



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO:

Inventario de emisiones de contaminantes del aire producidas por el
Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de la ciudad de Guayaquil,
mediante la aplicación del modelo EDMS

AUTORA:

Fierro Aguilera Mery Elizabeth

Trabajo de grado previo a la Obtención del Título de:
INGENIERO CIVIL

TUTOR:

Neira Ruiz Fabián Alfredo

**Guayaquil, Ecuador
2013**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Mery Elizabeth Fierro Aguilera, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero Civil.

TUTOR

Ing. Fabián Alfredo Neira Ruiz

REVISORES

Ing. Federico von Buchwald

Lcda. Sonia Baño

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Mario Dueñas

Guayaquil, a los 9 del mes de agosto del año 2013



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Mery Elizabeth Fierro Aguilera**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “Inventario de emisiones de contaminantes del aire producidas por el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de la ciudad de Guayaquil, mediante la aplicación del modelo EDMS” previa a la obtención del Título de Ingeniero Civil, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 9 del mes de agosto del año 2013

LA AUTORA

Mery Elizabeth Fierro Aguilera



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Mery Elizabeth Fierro Aguilera**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “Inventario de emisiones de contaminantes del aire producidas por el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de la ciudad de Guayaquil, mediante la aplicación del modelo EDMS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 9 del mes de agosto del año 2013

LA AUTORA

Mery Elizabeth Fierro Aguilera

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por llenarme de perseverancia, paciencia y motivación en mi carrera universitaria, llena de experiencias positivas y gran aprendizaje. Dios me continúa bendiciendo, sin él a mi lado, nada de esto hubiera sido posible.

Un especial agradecimiento a mi tutor, Ing. Fabián Neira Ruiz, por compartirme sus sabios conocimientos además de brindarme su sincera e incondicional amistad. De igual manera por todas las enseñanzas y apoyo brindado, mis sinceros agradecimientos al Ing. Federico von Buchwald, lector asignado a mi trabajo de grado y a todos quienes fueron mis profesores, directivos y personal administrativo de la Facultad de Ingeniería.

También quiero agradecer a mi esposo, Carlos, mi compañero de vida y fuente de inspiración; a mi madre, Mery, la primera bendición que recibí de Dios al nacer, quien ha sido mi mejor amiga y ha guiado mis pasos de la mejor manera; a Christian, Patricia y Doménica, quienes me han enseñado diariamente a ser feliz con *“lo que Dios quiera, como Dios quiera y cuando Dios quiera”*. A mis tías, primos y en general a toda mi querida familia y amigos, por todo el apoyo y el amor que me han brindado.

Gracias infinitas, ¡ahora vamos por más!

Mery E. Fierro Aguilera

DEDICATORIA

A Dios, mis padres, mi esposo y toda mi hermosa familia, pero en especial a aquellos que se convirtieron en mis ángeles:

Mamá Lulú, Gloria, Jorge, Víctor, Marianita, Raúl y Krystyna

Una dedicatoria especial para Doña Norma Ruiz Bonilla y su gran ejemplo de lucha.

Ustedes en algún momento de mi vida y de diferentes formas, me motivaron y ayudaron a terminar este objetivo pendiente. ¡Esta meta cumplida, es para ustedes!

Mery E. Fierro Aguilera

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Fabián Alfredo Neira Ruiz
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR

Ing. Federico von Buchwald
PROFESOR DELEGADO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

CALIFICACIÓN

Ing. Fabián Neira Ruiz
PROFESOR TUTOR

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| OBJETIVOS Y ALCANCE | 5 |
| CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES | 6 |
| CAPÍTULO 2: CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES..... | 10 |
| 2.1 Contaminación Atmosférica | 10 |
| 2.1.1 Contaminantes primarios y secundarios..... | 12 |
| 2.1.3 Efectos de la contaminación atmosférica | 18 |
| 2.2 Meteorología y contaminación atmosférica | 28 |
| 2.2.1 Condiciones climáticas y meteorológicas | 28 |
| 2.2.2 Estabilidad atmosférica..... | 31 |
| 2.3 Dispersión de contaminantes en la atmosfera | 35 |
| 2.3.1 Modelos de dispersión de contaminantes..... | 39 |
| 2.3.1.1 Modelos matemáticos..... | 40 |
| 2.3.1.2 Modelos físicos..... | 40 |
| 2.3.1.3 Modelos estadísticos | 41 |
| 2.4 Modelos Gaussianos | 41 |
| 2.5 Modelos computarizados para la evaluación de dispersión de contaminantes en la atmosfera | 44 |
| 2.5.1 EDMS..... | 44 |
| 2.5.2 Estado del arte | 47 |
| CAPÍTULO 3: MARCO LEGAL APLICABLE | 48 |
| 3.1 Legislación ambiental ecuatoriana para calidad del aire..... | 48 |
| 3.2 Legislación ambiental ecuatoriana para emisiones aeroportuarias..... | 50 |

| | |
|--|----|
| 3.3 Legislación ambiental internacional para calidad del aire | 51 |
| CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA | 52 |
| 4.2 Descripción de las fuentes de emisión..... | 54 |
| 4.2.1 Aeronaves..... | 55 |
| 4.2.1.1 Descripción de actividades | 59 |
| 4.2.2 Equipo de apoyo en tierra (GSE) y Unidades Auxiliares de poder (APU) | 61 |
| 4.2.3 Fuentes móviles | 65 |
| 4.2.4 Fuentes Estacionarias | 68 |
| 4.3 Evaluación de las condiciones climáticas y meteorológicas de la ciudad de Guayaquil | 70 |
| 4.3.1 Temperatura promedio, temperatura máxima promedio, temperatura mínima promedio, Presión atmosférica, % de Humedad y nubosidad..... | 70 |
| 4.3.2 Velocidad y dirección del viento | 71 |
| 4.3.2.1 Rosa de los Vientos | 72 |
| 4.3.3 Estabilidad atmosférica..... | 75 |
| 4.4 Descripción física y operativa del aeropuerto de Guayaquil | 75 |
| 4.4.1 Descripción de las instalaciones..... | 75 |
| 4.5 Selección del modelo a utilizar | 77 |
| 4.6 Inventario de emisiones..... | 78 |
| CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 79 |
| 5.1 Resultados Meteorológicos | 79 |
| 5.2 Cálculo de inventario de emisiones..... | 80 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 88 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 92 |
| ANEXOS..... | 96 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Mayor impacto potencial de los compuestos químicos liberados por las aeronaves en la tropósfera y la estratósfera..... | 11 |
| Tabla 2: Estándares internacionales de calidad del aire ambiental para contaminantes de referencia..... | 15 |
| Tabla 3: Concentración promedio y tiempo de vida de gases traza en troposfera media y típica | 19 |
| Tabla 4: Concentraciones de referencia de gases de acuerdo a la fuente | 27 |
| Tabla 5: Contenidos de Hidrógeno y Sulfuro en combustible de aeronaves | 28 |
| Tabla 6: Niveles de índices típicos de emisión de acuerdo al régimen operativo por kilogramo de combustible quemado (g kg^{-1}) | 28 |
| Tabla 7: Clases de estabilidad de Pasquill | 35 |
| Tabla 8: Resumen de inventario de emisiones por categoría de fuente | 80 |
| Tabla 9: Emisiones por tipo de avión en cada fase de ciclo LTO | 81 |
| Tabla 10: Emisiones por tipo de GSE | 84 |
| Tabla 11: Emisiones de las fuentes móviles (vehiculares)..... | 84 |
| Tabla 12: Emisiones de fuentes Fijas..... | 85 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Principales impactos potenciales de emisiones de los aviones..... | 13 |
| Figura 2: Balance de energía de la tierra y efecto invernadero | 17 |
| Figura 3: Variación de los niveles de ozono, junto a la de otros contaminantes urbanos a lo largo de una jornada..... | 22 |
| Figura 4: Emisiones NOx debido a tráfico aéreo según inventario de ANCAT/EC2 (media anual)..... | 23 |
| Figura 5: Tendencias de la media anual total de azufre en el combustible | 24 |
| Figura 6: Penacho en condiciones de fuerte inestabilidad (SERPENTEANTE)..... | 33 |
| Figura 7: Penacho en condiciones de atmósfera neutra (CÓNICO) | 33 |
| Figura 8: Penacho en condiciones de atmósfera estable (TUBULAR) | 34 |
| Figura 9: Correlaciones para σ_y basadas en las clases de estabilidad A-F de Pasquill (Gifford, 1961)..... | 43 |
| Figura 10: Correlaciones para σ_z basadas en las clases de estabilidad A-F de Pasquill (Gifford, 1961)..... | 44 |
| Figura 11: Resumen de la historia del modelo EDMS | 46 |
| Figura 12: Información técnica del aeropuerto AIJJO..... | 53 |
| Figura 13: Propiedades del estudio | 54 |
| Figura 14: Ciclo LTO y Fases de Cálculos de Emisiones..... | 56 |
| Figura 15: Selección de aeronaves que operan en el aeropuerto de Guayaquil | 59 |
| Figura 16: Ilustración del equipo de apoyo en tierra (GSE) | 62 |
| Figura 17: Selección de equipo de apoyo en tierra (GSE) | 63 |
| Figura 18: Roadways | 66 |
| Figura 19: Áreas de parqueos (Parking facilities) | 67 |
| Figura 20: Ubicación de los estacionamientos según visualizador del modelo EDMS.. | 68 |

| | |
|---|----|
| Figura 21: Ingreso de datos de simulacro de incendios | 69 |
| Figura 22: Parámetros climatológicos (Weather) | 70 |
| Figura 23: Rumbos..... | 71 |
| Figura 24: Puntos cardinales..... | 72 |
| Figura 25: Reporte de rango de datos ingresados..... | 73 |
| Figura 26: Cuantificación de clases de viento de acuerdo a la velocidad y rumbos..... | 74 |
| Figura 27: Clases de frecuencias | 74 |
| Figura 28: Vista aérea del aeropuerto | 75 |
| Figura 29: Implantación del aeropuerto..... | 77 |
| Figura 30: Rosa de Vientos | 79 |

RESUMEN (ABSTRACT)

El presente trabajo de grado, determinará un inventario de emisiones de contaminantes de aire producidas por las diversas fuentes relacionadas a las actividades que se realizan en el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de la ciudad de Guayaquil. El período de estudio es del año 2012 y será calculado mediante la aplicación del modelo EDMS (Emissions and Dispersion Modeling System) en su versión 5.1.3, el cual es un modelo de emisiones multi-fuentes que calcula las emisiones totales y dispersión de las mismas, cuyo uso es regular y recomendado por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y ha sido aplicado en varios países a nivel mundial.

This work degree, determine an emissions inventory of air pollutants produced by the various sources related to the activities carried out in the Jose Joaquin de Olmedo Airport in Guayaquil. The study period is the year 2012 and will be calculated by applying the model EDMS (Emissions and Dispersion Modeling System) version 5.1.3, which is a model of multi-source emissions that calculates the total emissions and dispersion of the themselves, whose use is regular and recommended by the environmental Protection Agency of the United States (USEPA) and has been applied in several countries worldwide.

Palabras Claves: inventario - emisiones – aeropuerto - airport- Guayaquil - EDMS - contaminantes - aire

INTRODUCCIÓN

Guayaquil, es una de las ciudades más importantes del Ecuador y cuenta con un aeropuerto internacional, denominado José Joaquín de Olmedo, cuyo nombre fue colocado en honor al prócer ecuatoriano, que lideró la revolución de independencia de la ciudad el nueve de octubre de 1820. El aeropuerto se encuentra ubicado a 5 kilómetros del centro de la urbe, sobre la Avenida de las Américas, en plena zona urbana, y sus coordenadas son 02°09'27"S 79°53'01"O. A partir del año 2006 es administrado por la firma Terminal Aeroportuaria de Guayaquil S.A. (TAGSA), a la cual mediante un contrato de concesión firmado en el año 2004, se le asignó la construcción y operación del aeropuerto.

La terminal aérea fue reinaugurada el 27 de julio de 2006; sus nuevas instalaciones fueron realizadas en la misma pista del anterior aeropuerto, construyéndose un nuevo edificio para el arribo nacional e internacional, contando con más de 50 mil metros cuadrados de construcción. Esta gran innovación en su infraestructura y servicio, llevó a que el aeropuerto José Joaquín de Olmedo, sea reconocido a nivel internacional, obteniendo en el año 2008, en los denominados "Premios a la calidad de servicio aeroportuario", la mejor puntuación en Latinoamérica y el Caribe¹ y en el 2011 fue elegido por el Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI, por sus siglas en inglés), como el "Mejor aeropuerto del mundo por tamaño", de 2 a 5 millones de personas.

Sin embargo, las actividades que se realizan en una terminal aérea, afectan directamente a la calidad del aire, principalmente por la emisión de contaminantes a la atmósfera, como el dióxido de carbono (CO₂), grasas y

¹ Bussines Week (publicado el 27 de febrero de 2008). *The World's Best Airports, Guayaquil is Latin America's Top Airport.*

lubricantes, combustibles, y otros contaminantes, como el óxido de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), óxido de azufre (SO_x), partículas de suspensión (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$), hidrocarburos (HC), afectando a la salud humana, el ambiente y al equilibrio ecológico.

A nivel mundial el crecimiento del transporte aéreo en los últimos años, ha provocado que los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generados en este sector, hayan aumentado considerablemente, uno de los principales agentes contaminantes el Dióxido de Carbono (CO_2), que sumado a precursores de smog fotoquímico como el Óxido de Azufre (SO_x) y el Óxido de Nitrógeno (NO_x), entre otros, son causantes del calentamiento global; por lo que, es necesario adoptar medidas para reducir su impacto en el medio ambiente, cuyos daños a la atmósfera generan consecuencias tales como lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono y cambio climático (efecto invernadero).

Como resultado de la conciencia ambiental, sobre la década de los 80, se crearon agencias de protección medioambiental a nivel mundial, en organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (O.N.U.), así también, varios países han introducido legislaciones medioambientales, por ejemplo, en Estados Unidos se creó en 1963 el documento oficial "The Clean Air Act" (Ley de aire limpio), el cual es una ley federal que, a través del tiempo, ha ido reformándose con el objeto de mejorar el control de la contaminación del aire en dicho país. Asimismo en el Ecuador, a través de los años han existido muchos cambios y regulaciones tendientes a controlar la calidad del medio ambiente. En 1996, el gobierno ecuatoriano, decreta la creación del Ministerio del Ambiente con lo cual se asigna de forma particular a un organismo, la responsabilidad de velar por el medio ambiente del país. Con el pasar del tiempo, se han expedido diversas leyes para controlar la calidad del medio ambiente, partiendo desde la misma Constitución de la

República, así como el Plan Nacional del Buen Vivir, Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Ley de Gestión Ambiental, Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización entre otros reglamentos ambientales enfocados a las actividades mineras, eléctricas, hidrocarburíferas, recursos naturales y vida silvestre.

Con respecto a las emisiones procedentes de las aeronaves, varios estudios han relacionado las emisiones directas de PM, el carbono negro (BC), el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), y volátiles compuestos orgánicos (COV) a los problemas de calidad del aire y los efectos adversos para la salud en las comunidades cercanas a los aeropuertos (Y. Zhu et al., 2011). En el caso del aeropuerto de la ciudad de Guayaquil, en el año 2008, ciertos contaminantes fueron inventariados como parte del Estudio de Impacto Ambiental realizado para la obtención de la licencia ambiental de las operaciones y/o actividades realizadas por el nuevo aeropuerto José Joaquín de Olmedo, en dicho inventario, se obtuvieron a nivel de suelo los resultados de las concentraciones de Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Óxidos de Azufre (SO_x) y material particulado (PM₁₀).²

Con el presente trabajo se pretende obtener información actualizada de las concentraciones de *contaminantes criterio o de referencia*³ emanados por el aeropuerto de Guayaquil, mediante la aplicación del software sugerido por la EPA, Sistema de Modelaje y Emisiones y Dispersión (EDMS) en su última versión 5.1.3, e incluyendo conceptos y parámetros aeronáuticos establecidos por la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI); teniendo así, la oportunidad de establecer un diagnóstico detallado y crear una “base de datos” de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos que son los

² TAGSA (2008). Borrador – Estudio de Impacto Ambiental ExPost Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo (AIJJO). Resumen ejecutivo.

³ Kiely G. (1999). Los contaminantes atmosféricos. *Ingeniería Ambienta Vol II (pag. 458)*.

principales a inventariar en un aeropuerto⁴ permitiendo crear con el tiempo, una serie de datos estadísticos que, combinados con los conocimientos necesarios en torno a la identificación de las fuentes de liberación permita establecer las opciones adecuadas para lograr reducir las emisiones de forma económica.

En este sentido, el inventario base y las futuras actualizaciones, representan elementos de monitoreo de los avances, hacia el cumplimiento de las metas establecidas por los diferentes organismos que trabajan perennemente por controlar la contaminación atmosférica y a su vez, se podrán identificar acciones que pudieran servir de ejemplo para reforzar leyes o reglamentos respecto al control de emisiones contaminantes en los aeropuertos del Ecuador, de igual manera las emisiones identificadas en el presente inventario, podrían ser consideradas, a manera de referencia, en cualquier inventario general de emisiones para el estudio de la calidad del aire de la ciudad de Guayaquil.

⁴ Municio J., Luengo A. & Velarde C. (CONAMA 2008) *Elaboración de inventarios de emisiones en aeropuertos*.

OBJETIVOS Y ALCANCE

Objetivo general:

Realizar un inventario de las emisiones generadas por el aeropuerto José Joaquín de Olmedo, considerando las emisiones de las aeronaves y de todo el sistema de manejo aeroportuario (handling), así como fuentes estacionarias como incineradores.

Objetivos específicos:

- Realizar una estimación cuantitativa de las emisiones de las aeronaves durante las fases de LTO y de crucero.
- Establecer la estimación cuantitativa de las emisiones del sistema de manejo aeroportuario.
- Elaborar recomendaciones complementarias al Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del aeropuerto.

Alcance:

El presente trabajo determinará en base a modelo EDMS, de uso regular y recomendado por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (USEPA), los efectos de las emisiones aeroportuarias del aeropuerto José Joaquín de Olmedo de la ciudad de Guayaquil, determinando niveles de concentración de los siguientes contaminantes: gases de efecto invernadero (CO, CO₂, CH₄), metales pesados, material particulado PM_{2.5} y precursores de ozono (SO₂, NO₂).

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

A partir de la década de los 70, algunos científicos comenzaron a afirmar que los posibles grandes incrementos en las concentraciones de ciertos elementos en la atmósfera, principalmente el CO₂, provocaría un calentamiento medio de la superficie de la tierra. En 1974, los investigadores Sherwood Rowland y Mario Molina, ambos de la Universidad de California en Irvine, publicaron un artículo en la revista *Nature*, en donde advertían de la creciente amenaza que el uso de los gases clorofluorocarbonos (CFC) representaban para la capa de ozono, aviso que en aquel momento fue criticado y considerado exagerado por un sector de investigadores pero que, en 1995, les permitiría ganar el Premio Nobel de Química, por su papel para la dilucidación de la amenaza a la capa de ozono de la tierra por parte de los CFC.

Con el transcurrir del tiempo, diferentes nuevos organismos y otros ya existentes, comenzaron a tomar medidas al respecto. En el campo aéreo, la Administración Federal de Aviación (F.A.A. por sus siglas en inglés) y la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (en inglés: United States Air Force, abreviada como USAF), reconocieron la necesidad de analizar y documentar las quality conditions at and around airports and air bases condiciones de calidad del aire en los aeropuertos y bases aéreas así como en sus alrededores, por lo que en los últimos 40 años, dichos organismos han ido desarrollando y mejorando, herramientas informáticas que ayuden a hacer frente a dicha necesidad

A finales de los 70s, la U.S.A.F. desarrolló un Modelo de Evaluación de la Calidad del Aire (Air Quality Assessment Model) y también la F.A.A. desarrolló un sistema de Control de la Contaminación Atmosférica provocada por los Aviones (A.V.A.P.: Airport Vicinity Air Pollution Model), los cuales fueron utilizados para evaluar la calidad del aire pero de manera limitada, no siendo

aprobados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (E.P.A por sus siglas en inglés), por lo que ambos organismos acordaron cooperar en el desarrollo de un sistema único que tendría beneficios regulatorios, operativos y económicos. El trabajo en conjunto, dio como resultado el desarrollo de la herramienta E.D.M.S. (Emissions and Dispersion Modeling System).

Con el pasar de los años, fueron innovándose las versiones de EDMS e incluso las herramientas de trabajo en donde se lo ejecutaba, cuya primera versión para computadoras, EDMS 3.0, fue lanzada en 1997, y llegando a contar en el año 2010, con la versión 5.1.3, aplicación utilizada en el presente estudio, la misma que es utilizada en los Estados Unidos para el control e inventario de emisiones generadas por los aeropuertos de dicho país.

En 1988, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), crearon el Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC), el que nace con el fin de evaluar la información disponible sobre la ciencia, los impactos, los aspectos económicos del cambio climático y las alternativas para la mitigación y/o adaptabilidad a éstos. El IPCC en su primer informe especial “La Aviación y la Atmósfera Global” Sherwood Rowland y Mario Molina (1999), referente a evaluar los efectos de las aeronaves sobre el clima y el ozono atmosférico, indica que *“la aviación ha experimentado una rápida expansión a medida que la economía mundial ha crecido, en donde por ejemplo, el tráfico de pasajeros (expresado como pasajeros-kilómetros de pago⁵) ha aumentado desde 1960 a un ritmo anual cercano al 9% y el tráfico de carga, aproximadamente 80% del cual se realiza en los aviones de pasajeros, también ha crecido en el mismo*

⁵ El ingreso por pasajero-kilómetro constituye una medida del tráfico transportado por la aviación comercial: el ingreso que produce un pasajero transportado por 1 km.

período".⁶ La Organización de Aviación Civil Internacional (O.A.C.I.) a través del Comité sobre la Protección del Medio Ambiente y la Aviación (C.A.E.P.), establece que un avión desarrolla dos fases en un aeropuerto, aterrizaje - despegue y la fase de crucero (>1000 m de altura), las cuales son las responsables de las emisiones generadas por la aeronave, como gases y partículas, emitidos directamente en la troposfera superior y en la estratósfera inferior donde tienen un efecto sobre la composición de la atmósfera, alterando la concentración de los gases atmosféricos de efecto invernadero, que incluyen al dióxido de carbono (CO₂), al ozono (O₃) y al metano (CH₄), dando origen a la formación de estelas de condensación y pudiendo *"aumentar la cuantía de nubes cirrus, debido al vapor de agua, todo lo cual, contribuye al cambio climático"*. Las principales emisiones de las aeronaves incluyen gases de efecto invernadero en general, dióxido de carbono y vapor de agua (H₂O). Otras emisiones importantes son el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) (que de modo colectivo se los denomina NO_x), los óxidos de sulfuro (SO_x) y el hollín.⁷

En el caso de los aeropuertos, los vehículos de los parqueaderos y buses (handling) además de fuentes estacionarias como depósitos de combustibles, también originan emisiones adicionales a la contaminación producida por las aeronaves. El Modelo EDMS es un modelo de emisiones multi-fuentes que calcula las emisiones totales aeroportuarias y sus variaciones en espacio-aire; adicionalmente como hemos indicado, es una herramienta aceptada por la agencia de protección ambiental de Estados Unidos (USEPA) como modelo recomendado y su aplicación a nivel mundial es generalizada. Las

⁶ Grupos de trabajo I y III del IPCC *en colaboración con el Grupo de evaluación científica del Protocolo de Montreal sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (1999) Informe especial "La aviación y la atmósfera global"*

⁷ Grupos de trabajo I y III del IPCC *en colaboración con el Grupo de evaluación científica del Protocolo de Montreal sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (1999) Informe especial "La aviación y la atmósfera global"*

concentraciones de los contaminantes incluidos, se generan de la comparación de las NAAQS primarias y la mayoría de las NAAQS secundarios.

EDMS calcula las emisiones de los siguientes contaminantes:

1. CO₂ (dióxido de carbono) sólo por aviones,
2. CO (monóxido de carbono),
3. THC (hidrocarburos totales) para los aviones y sólo APUs,
4. HCNM (hidrocarburos no metano),
5. COV (compuestos orgánicos volátiles),
6. TOG (compuestos orgánicos totales),
7. NO_x (óxidos de nitrógeno),
8. SO_x (óxidos de azufre),
9. PM₁₀ (material particulado, 10 micras)
10. PM_{2.5} (partículas, 2.5 micrones) y otros (gases orgánicos). Las emisiones de material particulado, se estiman sólo para aviones con motor certificado por la OACI.

En el Ecuador, las leyes que rigen a las actividades que se desarrollan en un aeropuerto, son las *Normas técnicas ambientales para la prevención y control de la contaminación ambiental para los sectores de Infraestructura: eléctrico, telecomunicaciones y transporte (Puertos y Aeropuertos)*; *Ley de Gestión ambiental y el Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente*, así como el *Plan Nacional de la Calidad del Aire*. En dichos textos, no se menciona de manera específica los valores de umbral para las emisiones que genera un aeropuerto, únicamente se nombra de manera general el control sobre la calidad del aire enfocándose en los niveles límite de presión sonora.

CAPÍTULO 2: CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES

2.1 Contaminación Atmosférica

De acuerdo con la Ley de Gestión Ambiental Ecuatoriana (codificación No 19, 2004), contaminación ambiental *“es la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellas, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente”*. Una atmósfera contaminada además de perjudicar la salud del ser humano, la vida de las plantas y de los animales, produce cambios en la estructura química de la atmósfera, generando cambios climáticos, lluvia ácida y/o la destrucción del ozono.

En Estados Unidos y Canadá, la concentración de contaminantes presentes en el aire es expresada en partes por millón (ppm), la cual representa la concentración de un volumen del compuesto en un millón de volúmenes del diluyente, adicionalmente también suele utilizarse partes por billón (ppb), destacando que el billón americano equivale a mil millones. En el continente Europeo las unidades utilizadas son mg/m^3 o $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En contaminación atmosférica y calidad del aire, el uso de ambas unidades es generalizado. La Tabla 1 resume los aspectos ambientales asociados con las operaciones de aeronaves en la troposfera y estratosfera.

Tabla 1: Mayor impacto potencial de los compuestos químicos liberados por las aeronaves en la tropósfera y la estratósfera

| | |
|-----------------------|---|
| CO₂ | IR forzamiento radioactivo y el impacto climático asociado |
| NO_x | La formación de ozono en la tropósfera superior y el impacto climático asociado |
| | Aumento de la abundancia de la tropósfera OH |
| | La destrucción del ozono catalítica mejorada en la estratósfera media y el impacto climático asociado |
| | Reducción de la destrucción del ozono estratosférico por HO _x , ClO _x , BrO _x e impacto climático asociado |
| | Conversión de HNO ₃ y formación de tipo I las nubes estratosféricas polares con cloro de potencial |
| | Activación y el agotamiento del ozono |
| Hidrocarburos | La formación de ozono troposférico |
| | Conversión de ClO _x a HCl |
| | La conversión de NO _x a PAN |
| CO | Perturbación del ozono troposférico y los presupuestos HO _x |
| SO₂ | Fuente de H ₂ SO ₄ en jóvenes penachos |
| | Fuente de los aerosoles de sulfato y el impacto climático asociado |
| | Cambio en propiedades de las nubes cirrus y las repercusiones relacionadas con el clima |
| | La activación de hollín como núcleos de condensación y núcleos de hielo |
| | Aumento de la superficie de la partícula con la reducción de NO _x , la activación de cloro y el agotamiento del ozono |

Fuente: G. P. BRASSEUR *et al.* (1998)

2.1.1 Contaminantes primarios y secundarios

Contaminantes primarios.- Son aquellos contaminantes que llegan directamente a la atmósfera desde las fuentes emisoras; es decir, su origen es fácilmente cuantificable, ocasionando más del 90% de la contaminación atmosférica, entre los que están:

- Aerosoles:* - Partículas sólidas y líquidas.
- Gases*
 - Óxidos de azufre (SO₂, SO₃, SH₂)
 - Óxidos de nitrógeno (NO, NO₂, NO_x)
 - Hidrocarburos (HnCm)
 - Monóxido de carbono (CO)
 - Dióxido de carbono (CO₂)
- Metales pesados:*
 - Pb, Cr, Cu, Mn
 - V, Ni, As
 - Cd, Hg
- Sustancias minerales:*
 - Asbestos.
 - Amianto.
- Compuestos halogenados y derivados:*
 - CHI, Cl₂ y derivados.
 - HF, FCIH y derivados.
- Compuestos orgánicos:*
 - Hidrocarburos aromáticos.
 - C.O.V.
- Compuestos orgánicos con azufre:*
 - Mercaptanos.
- Compuestos orgánicos halogenados:*
 - Furanos
 - PCBs
 - Dioxanos

Contaminantes secundarios.- Son aquellos que no se emanan directamente a la atmósfera desde las fuentes emisoras, sino que se originan de las transformaciones, reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los contaminantes primarios. Entre ellos el Ozono (O₃), Hidrocarburos oxidados y otros oxidantes fotoquímicos (Nitrato de peroxiacetileno).

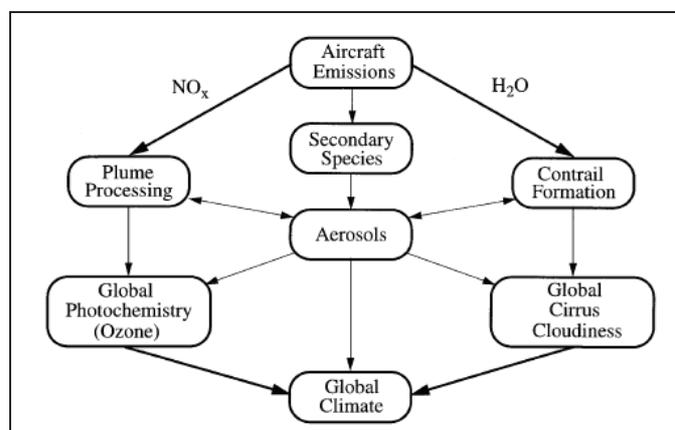


Figura 1: Principales impactos potenciales de emisiones de los aviones

Fuente: G. P. BRASSEUR *et al.* (1998)

Los principales efectos atmosféricos producidos por los contaminantes secundarios son: La *contaminación fotoquímica* o llamada “smog”, se produce principalmente en las grandes ciudades por la acumulación de contaminantes primarios en el ambiente, al reaccionar entre sí, los óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y el oxígeno ante la presencia de radiación solar.

- La acidificación del medio ambiente (lluvias ácidas): Es la pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua como consecuencia de los ácidos que retornan a la tierra, procedentes de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y óxido de azufre (SO_x). La deposición de ácidos puede ser seca, (en forma de partículas o gases), o húmeda (lluvia o nieve).

- Disminución del espesor de la capa de ozono: La capa de ozono es una franja de atmósfera que se encuentra a una altura de entre 20-25 kms. En la capa de ozono, la reacción con contaminantes gaseosos como los clorofluorocarbonos, ha originado un área llamada agujero de ozono, en donde la concentración de este gas alcanza los niveles más bajos.

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS), denomina *contaminantes de referencia* al material particulado (PM), ozono (O₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y plomo (Pb). La lista de dichos contaminantes, se actualiza cada cierto tiempo y previas revisiones periódicas y control de los niveles de dichos contaminantes, principalmente en las zonas urbanas en donde predominan, y sus concentraciones variarán dependiendo del nivel de la actividad industrial, tráfico y el grado de control de los mismos. (Ver tabla 2). Por ejemplo, en Estados Unidos, la Agencia de Protección de Medio Ambiente (EPA), periódicamente, se encarga de efectuar revisiones de los Estándares Nacionales de Calidad de Aire Ambiental (NAAQS por sus siglas en inglés) para los seis contaminantes criterio o referencia, que se consideran perjudiciales para la salud pública y el medio ambiente.

Tabla 2: Estándares internacionales de calidad del aire ambiental para contaminantes de referencia

| Contaminante | Tiempo medio | EEUU Federal USEPA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Directivas UE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Guías OMS para calidad del aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|--|--------------|---|--|--|
| CO (monóxido de carbono) | 15 min | | | 100000 |
| | 30 min | | | 60000 |
| | 1 h | 40000 | | 30000 |
| | 8 h | 10000 | | 10000 |
| NO2 (dióxido de nitrógeno) | 1 h | | 200 | 400 |
| | 24 h | | | 150 |
| O3 (Ozono) | anual | 100 | | |
| | 1 h | 235 | | 200 |
| | 8 h | | | |
| | 24 h | | | 65 |
| SO2 (dióxido de azufre) | 100 días | | | 60 |
| | 10 min | | | 500 |
| | 1h | | | 350 |
| | 3h | 1300 | | |
| Partículas (PM-10) | 24h | 365 | 250-350 | 125 |
| | anual | 80 | 80-120 | 40-60 |
| | 24 h | 150 | 250 | 125 |
| | anual | 50 | 80 | 50 |
| SO2 + PM10 | 24h | | 100-150 | |
| | anual | | 40-60 | 60-90 |
| Pb (Plomo) | 1 mes | | | |
| | 3 meses | 1,5 | | |
| | anual | | 2 | 0,5-1 |
| Partículas totales en suspensión (PTS) | 24 h | 260 | | |
| | anual | 75 | | |
| Hidrocarburos | 3h | 160 (no CH4) | | |

Fuente: Libro "Ingeniería Ambiental" Volumen II Gerard Kiely

A partir de 1989, en donde entra en vigor el Protocolo de Montreal, impulsado por las Naciones Unidas, se ha trabajado en la protección de la capa de ozono, promoviendo la reducción y producción de las sustancias que reaccionan con el ozono y provocan el desgaste de la capa. Con dicho tratado internacional, se pretende que todos los países cumplan con los objetivos propuestos con el fin de que la capa de ozono pueda ser recuperada para el año 2050. Gracias a la gran aceptación e implementación que se ha logrado a

raíz de la creación del Protocolo de Montreal, éste ha sido considerado como un gran ejemplo de cooperación internacional y a su vez se han podido obtener resultados positivos respecto al cuidado de la capa de ozono, de acuerdo al Informe de síntesis de las evaluaciones de 2010 de los grupos de evaluación del Protocolo de Montreal.

En diciembre de 1997, se firmó el Protocolo de Kyoto relacionado al cambio climático, el cual es un acuerdo de los países industrializados, cuyos gobiernos se comprometieron a poner en marcha un conjunto de medidas con el fin de reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global, siendo estos: dióxido de carbono (CO_2), gas metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF_6). Dicho acuerdo entro en vigor el 16 de febrero del 2005 y tuvo por objetivo que los países miembros, reduzcan al menos un 5% en promedio las emisiones contaminantes entre el año 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990.

En el caso de las aeronaves, el IPCC, en colaboración con el Grupo de evaluación científica del Protocolo de Montreal, a través del informe especial “La aviación y la atmósfera global” (1997), indica que *“las aeronaves emiten gases y partículas directamente en la tropósfera superior y en la estratósfera inferior donde tienen un efecto sobre la composición de la atmósfera. Estos gases y partículas alteran la concentración de los gases atmosféricos de efecto invernadero, que incluyen al dióxido de carbono (CO_2), al ozono (O_3) y al metano (CH_4), desencadenan la formación de estelas de condensación y pueden aumentar la cuantía de nubes cirrus, todo lo cual contribuye al cambio climático”*.

Según G. P. BRASSEUR (1998), la liberación de CO₂ a la atmósfera producida por las flotas actuales de aeronaves, representan anualmente el 2 - 3% de todas las emisiones antropogénicas de CO₂.

2.1.2 Efecto Invernadero

Corresponde al incremento de la temperatura media de la tierra y de la atmósfera por efecto de las mayores concentraciones de CO₂ en la atmósfera. A continuación la figura 2 muestra el balance de energía de la tierra y como se produce el efecto invernadero.



Figura 2: Balance de energía de la tierra y efecto invernadero
Fuente: UNEP – GRID Arendal

2.1.3 Efectos de la contaminación atmosférica

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación atmosférica constituye un riesgo medioambiental para la salud y se estima que causa alrededor de dos millones de muertes prematuras al año a nivel mundial, por lo que cuanto menor sea la contaminación atmosférica de una ciudad, mejor será la salud respiratoria (a corto y largo plazo) y cardiovascular de su población. Por otro lado entre otros datos y cifras publicadas en su página web, indica que se calcula que la contaminación del aire de interiores causa aproximadamente 2 millones de muertes prematuras, la mayoría en los países en desarrollo de donde, casi la mitad de esas muertes, se deben a neumonías en menores de 5 años; también se ha calculado que la contaminación atmosférica urbana causa en todo el mundo, 1,3 millones de muertes al año, que afectan de forma desproporcionada a quienes viven en países de ingresos medios.⁸

Las Guías de calidad del aire de la Organización Mundial, están concebidas para ofrecer una orientación mundial a la hora de reducir las repercusiones sanitarias de la contaminación del aire. Las primeras directrices, publicadas en 1987 y actualizadas en 1997, se circunscribían al ámbito europeo. En cambio las emitidas en el 2005, son aplicables a todo el mundo y se basan en una evaluación de pruebas científicas actuales elaboradas por expertos, en donde se recomiendan nuevos límites de concentración de algunos contaminantes en el aire (partículas en suspensión (PM), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂)), de aplicación en todas las regiones de la OMS. Dichas guías señalan que una reducción de la contaminación por partículas (PM₁₀) de 70 a 20 microgramos por metro cúbico

⁸ Nota descriptiva No 313 "Calidad del aire y Salud" publicado por el Centro de Prensa de la Organización Mundial de la Salud, publicado en septiembre del 2011, consultado el 14 de julio del 2013.

permite disminuir en aproximadamente un 15%, las muertes relacionadas con la calidad del aire. En la tabla 3, se detallan los diferentes gases y el tiempo de vida de éstos en la troposfera.

Adicionalmente, existen las normativas sobre Calidad del Aire en la comunidad europea, Estados Unidos y en general en todos los países; en Ecuador las directrices están determinadas principalmente por el Libro VI Anexo IV del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente.

Tabla 3: Concentración promedio y tiempo de vida de gases traza en troposfera media y típica

| Tipo de gas | Fórmula | Volumen de mezcla | Tiempo de vida |
|---|-------------------------------|------------------------|--------------------------|
| | | proporción | |
| Nitrógeno | N ₂ | 0,781 | 1,5 x 10 ⁷ yr |
| Oxígeno | O ₂ | 0,209 | 4000 yr |
| Vapor de agua | H ₂ O (superficie) | 0,01 | días |
| | H ₂ O (tropopausa) | 10 ppmv | semanas |
| Argón | Ar | 9,3 x 10 ⁻³ | acumulado |
| Dióxido de Carbono | CO ₂ | 360 ppmv | 50 - 200yr |
| Metano | CH ₄ | 1,73 ppmv | 9 yr |
| Óxido de Nitrógeno | N ₂ O | 313 ppbv | 130 yr |
| Ozono | O ₃ (superficie) | 5-50 ppbv | semanas |
| | O ₃ (tropopausa) | 100 ppbv | meses |
| Monóxido de Carbono | CO (superficie) | 50-200ppbv | 2 meses |
| | CO (tropopausa) | 50-100 ppbv | 0,05 yr |
| Óxido de Nitrógeno | NO _x (Tropopausa) | 0,01 - 1 ppbv | días |
| (NO _x = NO + NO ₂) | NO _x (Superficie) | 0,05 - 0,5 ppbv | semanas |
| Dióxido de Sulfuro | SO ₂ (superficie) | 0,01 - 1 ppbv | días |
| | SO ₂ (Tropopausa) | 10-50 pptv | semanas |

Fuente: G. P. BRASSEUR et al. (1998)

A continuación se detallan generalidades, de cada uno de los contaminantes de referencia y sus efectos sobre la salud:

- *Partículas en suspensión (PM)*: Las guías de calidad del aire fijan por primera vez un valor de referencia para las partículas en suspensión (PM), siendo para PM_{2.5} 10 µg/m³ de media anual y 25 µg/m³ de media en 24h y para PM₁₀ 20 µg/m³ media anual y 50 µg/m³ de media en 24h; con el objetivo de reducir al máximo las concentraciones. Al no existir un umbral de PM por debajo del cual desaparezcan los efectos nocivos para la salud, y que éstos sean reducidos, el valor recomendado en las guías deberá ser considerado como un objetivo aceptable y alcanzable, considerando las limitaciones, capacidades y las prioridades en lo que respecta a salud pública, localmente.

Las PM son los contaminantes que afectan a más personas y se originan de una compleja mezcla de partículas líquidas y sólidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire, teniendo entre sus compuestos principales a los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales y el agua. Se clasifican de acuerdo a su diámetro aerodinámico, pudiendo ser PM₁₀ (diámetro aerodinámico inferior a 10 µm) y PM_{2.5} (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 µm), siendo éstas últimas de mayor peligro para la salud puesto que, al ser inhaladas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases.

Con el nivel de exposición a los que están actualmente sometidas la mayoría de las poblaciones urbanas y rurales, se vuelve fácil palpar los efectos producidos por la PM. La exposición crónica ante las partículas, aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así

como de cáncer de pulmón. En los países en desarrollo, la exposición a los contaminantes derivados de la combustión de combustibles sólidos en fuegos abiertos y cocinas tradicionales en espacios cerrados, aumenta el riesgo de infección aguda en las vías respiratorias inferiores y la mortalidad por esta causa en los niños pequeños; la polución atmosférica en espacios interiores procedente de combustibles sólidos, constituye también un importante factor de riesgo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cáncer de pulmón entre los adultos. La mortalidad en ciudades con niveles elevados de contaminación supera entre un 15% y un 20% a la registrada en ciudades más limpias.⁹

- **Ozono (O_3):** Las guías de calidad del aire establecen para O_3 , 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 8h. El Ozono, clasificado como un contaminante secundario, es considerado como un contaminante de referencia ya que se asocia con la niebla urbana. Se origina por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado (Ver figura 3)

⁹ Centro de Prensa de la Organización Mundial de la Salud (2011) *Nota descriptiva No 313 Calidad del aire y Salud*. www.oms.int.es Consultado el 14 de julio del 2013.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

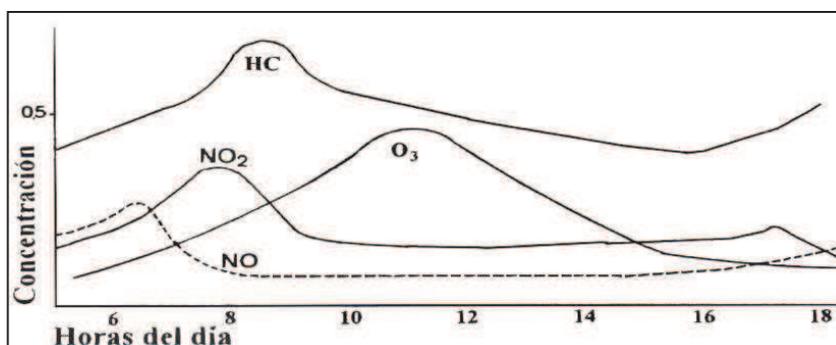


Figura 3: Variación de los niveles de ozono, junto a la de otros contaminantes urbanos a lo largo de una jornada.

Fuente: www.wikipedia.com

El exceso de ozono en el aire puede causar problemas respiratorios, asma, cambios agudos en la función, estructura y metabolismo pulmonar y efectos sistémicos en órganos blandos como el hígado.

- *Dióxido de nitrógeno (NO₂):* Al Dióxido de nitrógeno (NO₂), junto con las partículas suspendidas se le atribuye la responsabilidad de producir la capa café-rojiza observada frecuentemente en muchas zonas urbanas. Las guías de calidad del aire establecen los valores de NO₂ en 40 µg/m³ de media anual 200 µg/m³ de media en 1h.

Este gas pertenece a los óxidos de nitrógeno (NO_x) (grupo de gases altamente reactivos), que contienen diferentes cantidades de oxígeno y nitrógeno. La disponibilidad de NO_x es un factor de control en la formación fotoquímica de O₃ y la concentración de OH. Los NO_x se forman cuando un combustible es quemado a altas temperaturas y/o cuando éste contiene compuestos nitrogenados. Las principales fuentes antropogénicas de NO_x, son los vehículos automotores, plantas de generación de electricidad, y otras fuentes industriales, comerciales y residenciales que queman combustibles. Los NO_x pueden formarse

también naturalmente, por la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, incendios forestales y de pastos y en menor grado en tormentas eléctricas.

El aumento progresivo en la exposición al NO_2 puede producir problemas de percepción olfativa, molestias respiratorias, dolores respiratorios agudos y edema pulmonar. La figura 4, muestra la concentración media anual de NO_x a nivel mundial de acuerdo a un inventario realizado, en la cual se puede observar que las mayores concentraciones se encuentran en países con mayor tráfico aéreo como Estados Unidos y China.

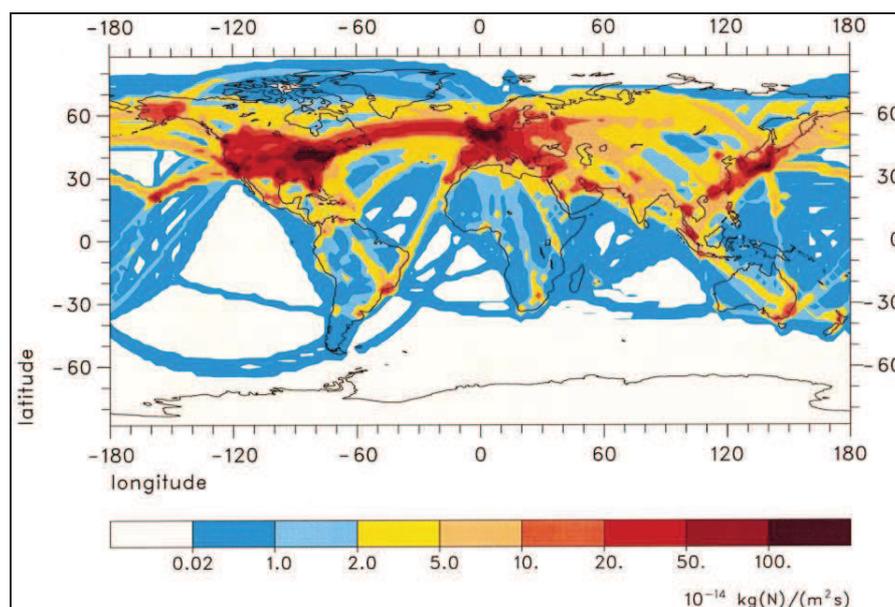


Figura 4: Emisiones NO_x debido a tráfico aéreo según inventario de ANCAT/EC2 (media anual)
Fuente: Fuente: G. P. BRASSEUR et al. (1998)

- *Dióxido de azufre (SO₂):* El SO₂ pertenece a la familia de los óxidos de azufre (SO_x) que son gases incoloros que se forman al quemar azufre y tienden a disolverse fácilmente en agua. Se originan principalmente de la quema de combustibles fósiles, que contienen azufre en su composición, como el combustóleo y en particular, el carbón (Ver figura 5). La OMS establece en sus guías que los valores de SO₂ son 20 µg/m³ de media en 24h y 500 µg/m³ de media en 10 min.

El SO₂ puede afectar al sistema respiratorio, las funciones pulmonares y causar irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. Los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en que los niveles de SO₂ son más elevados. En combinación con el agua, el SO₂ se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia ácida que causa la deforestación.

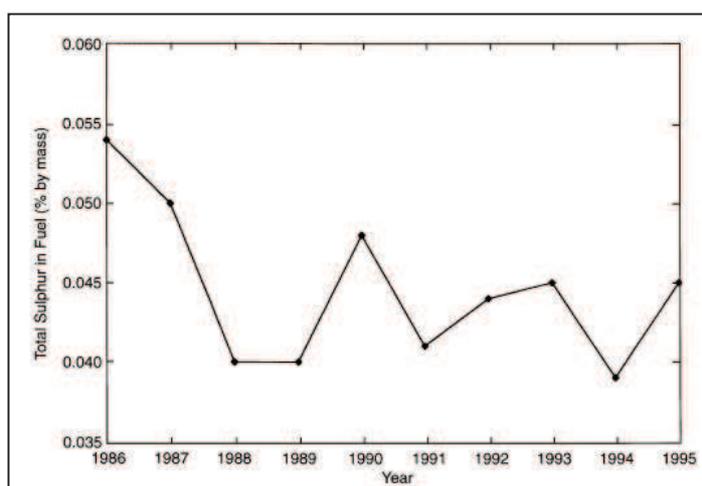


Figura 5: Tendencias de la media anual total de azufre en el combustible
Fuente: G. P. BRASSEUR et al. (1998)

- *Monóxido de Carbono (CO)*: El CO es un gas incoloro, inodoro inflamable y altamente tóxico, que en concentraciones altas puede ser letal, pues impide el transporte del oxígeno a la sangre, lo que puede ocasionar una reducción significativa en la dotación de oxígeno al corazón según lo describe la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales de México.

El monóxido de carbono se origina mediante la oxidación del metano (CH_4), que es un gas común producido por la descomposición de la materia orgánica. La principal fuente antropogénica de monóxido de carbono es la quema incompleta de combustibles como la gasolina; por falta de oxígeno, así como por la combustión deficiente de sustancias como gas, keroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera. Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua o calefactores y los aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas u hornillas de la cocina o los calentadores a queroseno, también pueden producirlo si no están funcionando bien. Los vehículos detenidos con el motor encendido también lo despiden.

Cada ser viviente necesita oxígeno para vivir y por medio de la respiración el oxígeno llega al interior de nuestro cuerpo. Cuando una persona inhala (respira) el aire llega a los pulmones, dentro de éstos, el oxígeno viaja del aire a la sangre. Una vez que el oxígeno se encuentra en el cuerpo, este requiere de ayuda para llegar a donde necesita ir. Para lograrlo cuenta con un ayudante que es una molécula especial de transportación que se llama hemoglobina. La hemoglobina se encarga de tomar el oxígeno y de entregarlo a las partes del cuerpo que lo necesitan. Si hay altos niveles de CO en el aire, entonces el oxígeno no es repartido, es decir, si una persona respira aire que contiene CO, este

desplaza al oxígeno y toma su lugar. La hemoglobina toma el CO y lo reparte en lugar de oxígeno. Esto significa que cuando el CO está presente, la hemoglobina entrega menos oxígeno al cuerpo.

- *Plomo (Pb)*: El plomo es un contaminante tóxico para los humanos, la principal fuente de contaminación del aire por plomo, ha sido el uso de combustibles con Pb en los automóviles y, al no ser consumido en el proceso de combustión, se emite como material particulado. A través de los años, a nivel mundial, se ha logrado reducir la presencia de plomo en el aire, principalmente, gracias a la sustitución de gasolinas con plomo por gasolinas sin plomo.

La intoxicación aguda con plomo, produce síntomas como diarrea, vómito, cólico, convulsiones y dolor de cabeza. Su eliminación del cuerpo es posible mediante tratamientos médicos, aunque el daño provocado, principalmente al sistema nervioso, no es reversible. Los niños con altos niveles de plomo en la sangre presentan desordenes en su comportamiento social y un desarrollo mental restringido con efectos neuroconductuales irreversibles.¹⁰

- *Dióxido de Carbono (CO₂)*: El Dióxido de carbono se ha incrementado cerca del 30% durante los últimos dos siglos, a un ritmo de incremento de 360 ppmv, en gran medida, debido a la combustión de combustible fósil. La liberación de CO₂ a la atmósfera por la flota actual de aeronaves, lo cual representa anualmente 23% de todas las emisiones antropogénicas de CO₂ (G. P. BRASSEUR et al., 1998).A continuación

¹⁰ Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México. *Publicación "Calidad del aire en México"*. www.inecc.gob.mx. Consultado el 14 de julio del 2013.

en la tabla 4, se detalla las concentraciones de CO₂ de acuerdo a la fuente que lo produce.

Tabla 4: Concentraciones de referencia de gases de acuerdo a la fuente

| Recursos | CO ₂ ^a (Pg yr ⁻¹) | CH ₄ (Tg yr ⁻¹) | CO (Tg yr ⁻¹) | NMHC (Tg C yr ⁻¹) | NO (Tg N r ⁻¹) |
|-----------------------------|--|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Uso de energía | 5,5 (5-6) | 100 (70-120) | 500 (300-900) | 70 (60-100) | 22 (20-24) |
| Avión | | | | | 0,6 (0,4-0,9) |
| Quema de Biomasa | 1,6 (0,6-2,6) | 40 (20-80) | 600 (400-700) | 40 (30-90) | 8 (3-13) |
| Vegetación | | | 100 (60-160) | 500 (230-800) | |
| Suelos | | | | | 7 (5-12) |
| Iluminación | | | | | 5 (2-20) |
| Arrozales | 60 (20-100) | | | | |
| Restos de animales | 30 (20-40) | | | | |
| Vertederos | 40 (20 -70) | | | | |
| Aguas residuales domésticas | 25 (20-30) | | | | |
| Humedales | 115 (55-150) | | | | |
| Océanos | 10 (5-50) | 50 (20-200) | 50 (20-150) | | |
| Aguas dulces | 5 (1-10) | | | | |

Fuente: Adaptado de G. P. BRASSEUR et al. (1998)

Los productos principales de la combustión del combustible de aviones son el CO₂ y el agua; las proporciones exactas dependerán de la proporción Carbono-Hidrógeno del combustible. En la tabla 5, se detalla el contenido de Hidrógeno y Sulfuro en los combustibles de aeronaves mientras que en la tabla 6, se describen los niveles típicos de emisión de acuerdo a las diferentes fases operativas de las aeronaves. Los productos secundarios incluyen CO, hidrocarburos, NO_x (=NO + NO₂) y PM_{2.5} que varían según el diseño de la cámara de combustión y las presiones y temperaturas al operar. El CO e hidrocarburos (HC) son los principales productos de motores de baja potencia

en condiciones de operación, mientras que los NO_x y el hollín, son dominantes a las altas temperaturas y presiones, correspondiente a una operación de alta potencia.

Tabla 5: Contenidos de Hidrógeno y Sulfuro en combustible de aeronaves

| | Hidrógeno % en masa (Valor medio) | Sulfuro % en masa (Valor medio) | Fracción de Sulfuro < 0,1% en masa (Valor medio) | Comentarios |
|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|---|
| Hadaller & Momethy | 13,8 | 0,042 | 0,9 | Muestras tomadas en aeropuertos de todo el mundo |
| Rickard | 13,83 | 0,045 | 0,86 | Las muestras de combustible de aviación suministran en U.K. |
| Especificación combustible OACI | 13,4 + 14,1 | < 0,3 | - | |

Fuente: Fuente: Adaptado de G. P. BRASSEUR et al. (1998)

Tabla 6: Niveles de índices típicos de emisión de acuerdo al régimen operativo por kilogramo de combustible quemado (g kg⁻¹)

| Tipo | Condiciones de funcionamiento | | |
|---|-------------------------------|--------------|-------------|
| | Idle | Take-off | Cruise |
| CO ₂ | 3160 | 3160 | 3160 |
| H ₂ O | 1230 | 1230 | 1230 |
| CO | 25 (10-65) | < 1 | 1 - 3,5 |
| HC | 4 (0-12) | < 0,5 | 0,2 - 1,3 |
| NO _x (como NO ₂) | 4,5 (3-6) | 32 (20 - 65) | 7,9 - 11,9 |
| | 4,5 (3-6) | 27 (10 - 53) | 11,1 - 15,4 |
| SO _x (como SO ₂) | 1 | 1 | 1 |

Fuente: Adaptado de G. P. BRASSEUR et al. (1998)

2.2 Meteorología y contaminación atmosférica

2.2.1 Condiciones climáticas y meteorológicas

Es casi impredecible establecer la evolución de los gases o partículas emitidas por cualquier fuente dado que existen muchos factores que influyen en la trayectoria o recorrido que tomarían. Una vez producida la emisión; es decir, cuando la totalidad de sustancias pasan a la atmósfera después de dejar las

fuentes de las que proceden, dichas sustancias se distribuyen por la atmósfera según un proceso de dispersión que principalmente depende de dos tipos de factores:

- Factores específicos del contaminante: velocidad de salida, temperatura, forma tamaño, etc.
- Factores meteorológicos: velocidad y dirección del viento, gradiente de temperatura del aire, humedad, turbulencias atmosféricas, estabilidad atmosférica y efectos topográficos en la meteorología.

La evaluación de los contaminantes en la atmósfera está relacionada con la idea de inmisión, la cual expresa la concentración de los contaminantes en el ambiente gaseoso, en puntos suficientemente alejados de las fuentes como para no poder discernir cuál de ellas es la causante de los niveles de contaminación alcanzados.¹¹

En la mayoría de países, los niveles de emisión e inmisión, se encuentran regulados mediante la especificación de límites máximos, como lo son:

- Concentración máxima de emisión.- representa la mayor cantidad de contaminante que una fuente está autorizada a emitir.
- Concentración máxima de inmisión.- representa una limitación de tipo sanitario que regula la calidad del aire en cuestión. En las normas legales se las indica junto al máximo periodo de tiempo en que es autorizada su existencia.

¹¹ Alemany V. & López A. (2004). *Dispersión de contaminantes en la atmósfera* (pág. 4)

- Concentración máxima admisible.- representa la concentración máxima permitida de un contaminante en un ambiente de trabajo

V. Esper y A. López, en su libro *Dispersión de Contaminantes en la Atmósfera* (2004), indican que *“los parámetros meteorológicos que determinan el estado de la atmósfera están referidos a intervalos de tiempo relativamente cortos (de horas a días), y de ellos depende la capacidad de la atmósfera para dispersar los contaminantes vertidos (...). Por el contrario, la climatología, estudia valores estadísticos de los parámetros meteorológicos para un intervalo de tiempo relativamente largo (del orden de 30 años de ser posible), dando como resultado lo que se conoce como clima del lugar. De éste depende el que las condiciones que favorecen la rápida dispersión se den con mayor o menor frecuencia e intensidad; así, el criterio climatológico deberá tener una gran influencia en el estudio de implantación de una industria contaminante.”* Por lo que, se puede resaltar que, al tratarse de episodios climatológicos se utilizan tablas estadísticas de viento, temperatura, estabilidad, insolación, humedad, etc, las cuales se construyen a partir de datos meteorológicos tomados lo más cerca posible del punto estudiado.

Los datos meteorológicos son obtenidos de estaciones meteorológicas ubicadas en puntos de interés. Es recomendable que para un estudio, se tome en cuenta las mediciones de la estación más próxima al punto de estudio, de ser muy grande dicha distancia, se debe instalar una estación meteorológica en sitio que permita como mínimo, la medición de velocidad y dirección del viento, humedad del aire, radiación solar, presión, temperatura, precipitación y observación de la cobertura de nubes. Un ejemplo local a destacar, es la instalación de una estación meteorológica en el año 2006, en el sector de Daular de la provincia del Guayas, como parte de los trabajos de investigación

de los estudios de lo que será el nuevo aeropuerto de la ciudad de Guayaquil y la existencia de una Estación Meteorológica de la Dirección de Aviación Civil, en las mismas instalaciones del actual Aeropuerto.¹²

2.2.2 Estabilidad atmosférica

La capacidad de dispersión de los contaminantes determinará el comportamiento de la baja atmósfera (baja troposfera), en la cual circulan las emisiones de contaminantes procedentes de las diversas clases de fuentes de emisión. Dicha capacidad dependerá de las condiciones meteorológicas, en especial del viento y de la turbulencia atmosférica; en donde la velocidad del viento condicionará la rapidez con la cual el contaminante se alejará de la fuente que lo originó, mientras que la turbulencia atmosférica, permite los efectos de la mezcla y dispersión del contaminante; por ejemplo, a mayor turbulencia, mayor el grado de dilución que alcanzará el contaminante a medida que se aleja de la fuente. Los parámetros de dirección y velocidad del viento pueden ser medidos y obtenidos de estaciones meteorológicas.

Es por lo descrito anteriormente, que la capacidad de dispersión está ligada al concepto de estabilidad atmosférica, cualitativamente ha sido clasificada por Pasquill y Gifford (1961) en "categorías de estabilidad" (Tabla 7). La turbulencia atmosférica estará caracterizada entonces, en base al parámetro "clase de estabilidad".

La estabilidad de la atmósfera, al depender de la diferencia de temperatura, entre una porción de aire y el aire que la rodea, dará lugar a diferentes niveles de estabilidad, según cuan grande o pequeña sea la

¹² Diario el Universo (2006). Sección Gran Guayaquil. www.eluniverso.com Consultado el 16 de julio de 2013.

diferencia de temperatura entre la porción de aire y el aire circundante. La atmósfera puede ser estable, neutra, o inestable pero para estimar la dispersión, estos niveles de estabilidad se clasifican en seis clases basadas en: cinco categorías de velocidad del viento superficial, tres tipos de insolación diurna y dos tipos de nubosidad nocturna.

Los 6 tipos de estabilidad atmosférica, según las categorías de Pasquill-Gifford, se calculan en función de la información meteorológica disponible de temperatura, dirección y velocidad de viento y radiación solar. Para condiciones de atmósfera inestable 2, las clases de estabilidad pueden ser A, B o C, para condiciones neutras D, y para condiciones estables pueden ser E o F. Para cielos totalmente cubiertos, tanto de día como de noche, debe considerarse clase de estabilidad D.

La dispersión de contaminantes atmosféricos depende de la categoría de estabilidad de la atmósfera, es decir, la trayectoria y forma del penacho de emisiones del contaminante dependerá directamente de la clase de estabilidad y por ende, sus efectos sobre el medio. Por ejemplo, se puede apreciar en las figuras 6, 7 y 8, la influencia de las condiciones de estabilidad de la atmósfera en la trayectoria del penacho de contaminantes de una fuente emisora cualquiera:

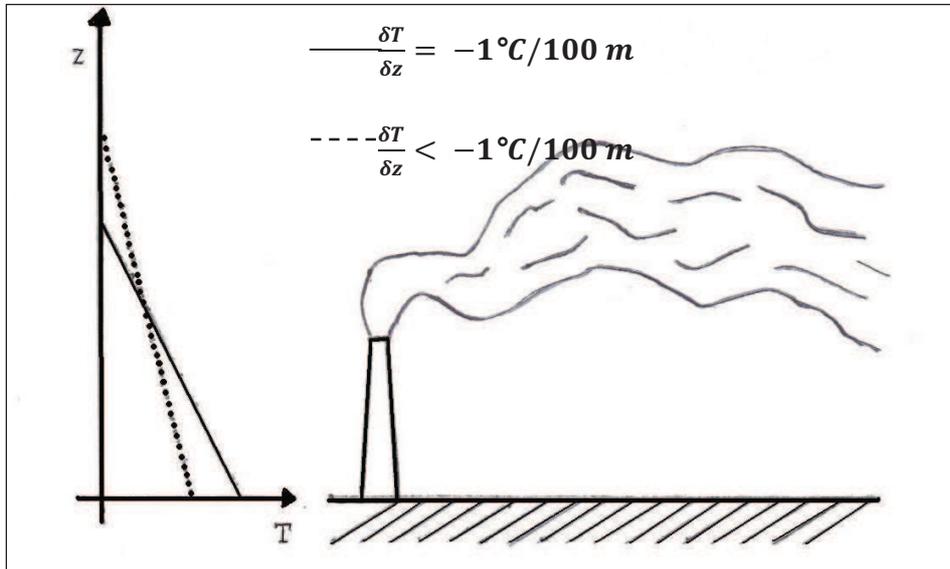


Figura 6: Penacho en condiciones de fuerte inestabilidad (SERPENTEANTE)
 Fuente: Alemany & López "Dispersión de contaminantes en la atmósfera"

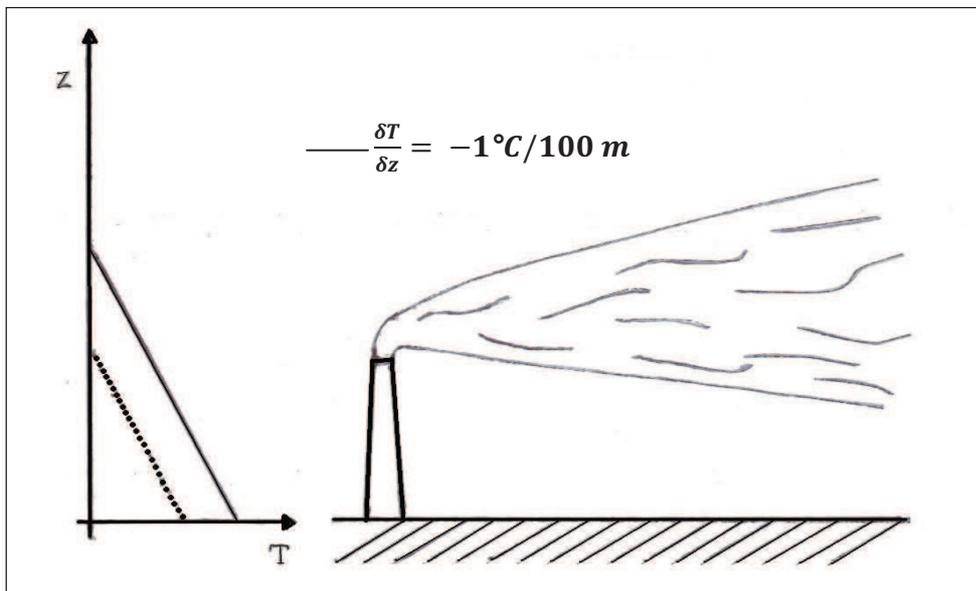


Figura 7: Penacho en condiciones de atmósfera neutra (CÓNICO)
 Fuente: Alemany & López "Dispersión de contaminantes en la atmósfera"

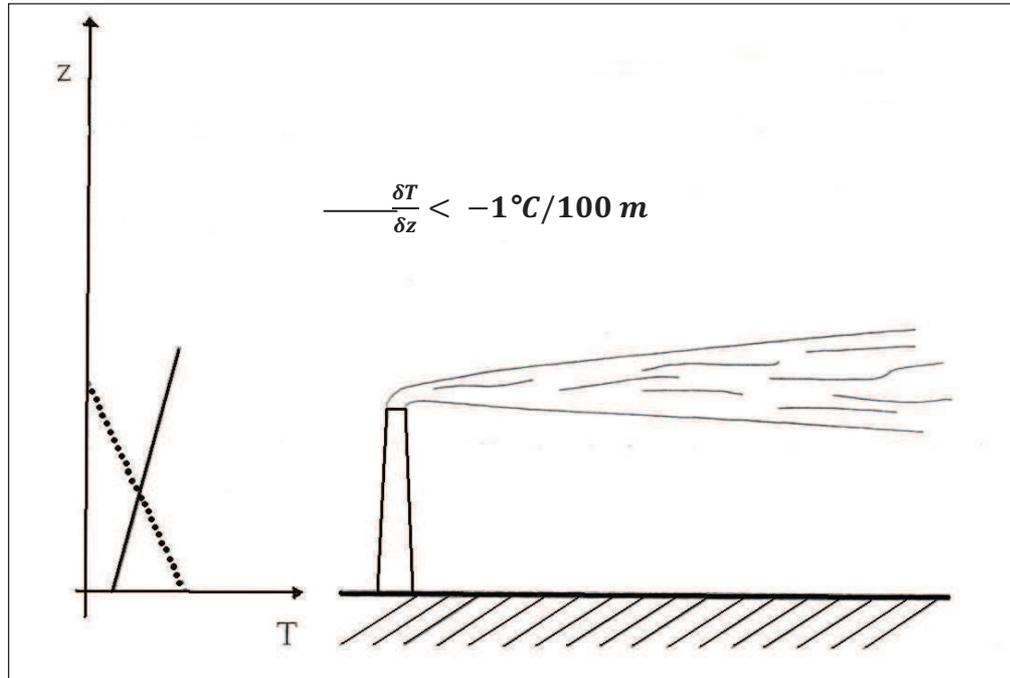


Figura 8: Penacho en condiciones de atmósfera estable (TUBULAR)
Fuente: Alemany & López "Dispersión de contaminantes en la atmósfera"

Como se aprecia en las figuras 6, 7 y 8, en condiciones de atmósfera muy inestable, por ejemplo, una mañana soleada de viento escaso, el penacho que resulta de la fuente emisora es serpenteante. Cuando la estabilidad atmosférica es neutra, con vientos de arrastre regulares (lo cual no influye en el resultado), la forma del penacho será cónica. Cuando la atmósfera es muy estable, la trayectoria del penacho de emisiones es tubular.

Existen además otros factores que influyen en la dispersión de contaminantes en la atmósfera, la presencia de edificios grandes, la topografía del terreno y la ocurrencia de inversiones térmicas.

En la tabla 7 se muestra la relación entre las clases de estabilidad (Pasquill, 1961) con la velocidad del viento, la fuerza de la radiación solar incidente¹³ así como la extensión de la cubierta de nubes.

Tabla 7: Clases de estabilidad de Pasquill

| Velocidad del viento | Radiación solar incidente | | | Horas de la noche | |
|----------------------|---------------------------|----------|-------|----------------------------|-------|
| | Fuerte | Moderada | Débil | Fracción cubierta de nubes | |
| | | | | ≥ 4/8 | ≤ 3/8 |
| < 2 | A | A-B | B | > | < |
| 2 - 3 | A-B | B | C | E | F |
| 3-5 | B | B-C | C | D | E |
| 5-6 | C | C-D | D | D | D |
| >6 | C | D | D | D | D |

Fuente: Libro "Dispersión de contaminantes en la atmósfera", Alemany & López (2004)

Las categorías de estabilidad son empleadas en la modelación de la dispersión de los contaminantes a nivel de suelo, para proporcionar la estimación de los parámetros de dispersión lateral y vertical, los cuales son empleados en los modelos Gaussianos.

2.3 Dispersión de contaminantes en la atmosfera

Según Alemany & López, el ciclo completo de la contaminación atmosférica debido a la actividad humana, pasa por una serie de fases desde su producción hasta su eliminación, sintetizándolas de la siguiente manera:

¹³ Radiación solar incidente: se denomina radiación de onda corta. Parte de esta radiación penetra a través de la atmósfera y llega a la superficie terrestre, mientras que parte de ella se dispersa y/o es absorbida por las moléculas gaseosas, las partículas de aerosoles y las gotas y cristales de nubes que existen en la atmósfera.

- Producción de contaminantes: Incluye todo tipo de fuentes de contaminación, tales como procesos industriales, combustiones, transporte automóvil, actividades domésticas, etc.
- Captación y depuración de gases contaminantes: Incluye tanto los sistemas de captación de gases y su transporte por tuberías como los sistemas de depuración de partículas y de contaminantes químicos. En esta fase se consigue una limpieza parcial de los gases que van a ser emitidos a la atmósfera.
- Emisión de gases contaminados a la atmósfera: Los gases depurados en la fase anterior se emiten a la atmósfera por medio de chimeneas o tubos de escape. Estos gases arrastran una cierta contaminación debido a que la eficiencia de los sistemas de depuración casi nunca es del 100%.
- Transporte y dispersión de contaminantes en la atmósfera: La contaminación emitida a la atmósfera, es transportada por el viento y dispersada por efecto del movimiento turbulento del aire, a la vez que puede sufrir transformaciones físicas y químicas. Es una fase de dilución del contaminante en el medio al que se ha vertido.
- Recepción de contaminantes al nivel del suelo: Los contaminantes dispersados alcanzan el suelo, afectando a los ciclos biológicos terrestres. En esa fase se produce una concentración de inmisión, la cual se debe mantener por debajo del límite máximo legislado.
- Eliminación de contaminantes atmosféricos: El destino final de los contaminantes atmosféricos en su eliminación por métodos naturales,

entre los cuales cabe citar las reacciones químicas, absorción por océanos y plantas, sedimentación y absorción por nubes y lluvia.

Un ejemplo a destacar, es la explosión nuclear de Chernobyl en 1986, en donde el penacho en una microescala afectó seriamente, en pocas horas, la región local mientras que en las montañas de Gales, después de cuatro días, fueron afectadas por deposiciones húmedas.¹⁴ Los datos de interés respecto a la transportación de los contaminantes atmosféricos, se los obtiene dentro de la capa límite atmosférico (CLA), la cual es la capa de aire más baja en la atmosfera terrestre (de 500 a 1000 metros) influenciada por los efectos del calor y la rugosidad de la superficie terrestre, según lo indica Gerard Kiely.

Existen muchos ejemplos que pueden servir para examinar la dispersión de contaminantes en la atmósfera, tales como emisiones accidentales desde tuberías y ventilaciones, emisiones de tubos de escape, incendios o explosiones y emisiones de vertederos; pero más conveniente, se analiza la dispersión de un penacho desde una chimenea como fuente emisora tipo. A continuación se detallan los diferentes tipos de fuentes de emisión:

Fuentes estacionarias de combustión: son aquellas que incluyen los procesos de quema de combustible y generación de energía. A fin de poder cuantificar las emisiones que dichas actividades producen, es importante detallar la clase y cantidad de combustibles, líquidos y gaseosos utilizados, así como su composición; también suele considerarse la variación del consumo de combustible en función del tiempo y la distribución geográfica de la emisión. Una vez obtenida la cantidad de combustible y tomando en cuenta tanto las tasas de emisión de contaminantes por unidad de combustible quemado, como la eficacia de los sistemas de depuración (en caso de existir), se pueden

¹⁴ Kiely G. (1999) *Ingeniería ambiental* (pág. 494)

obtener las emisiones globales de contaminantes de la zona estudiada. Dichas emisiones globales se pueden clasificar en puntuales y superficiales, refiriéndose a los grandes consumidores y las agrupaciones de consumidores pequeños, respectivamente.

Fuentes de combustión móviles: normalmente se refieren a los vehículos automóviles terrestres, aunque también suelen considerarse al transporte fluvial, marítimo y aéreo. En los modelos de dispersión son consideradas como fuentes lineales, puesto que siguen el trazado de las vías de comunicación, con tasa de emisión uniforme por unidad de longitud.

Incineración de basuras o combustión de desechos: se refieren a los incineradores municipales, comerciales, industriales, etc. Los cálculos de emisión de contaminantes en este caso, se basan en la cantidad de desechos quemados y en el ritmo temporal con que se producen estas combustiones.

Fuentes consistentes en procesos industriales: Corresponde a las emisiones provocadas por el empleo de combustibles y las generadas por procesos específicos; entre las que se pueden citar a las plantas siderúrgicas, refinerías de petróleo, centrales térmicas, fábricas de cemento, fabricación de fertilizantes, etc.

Dentro de los estudios para predecir las concentraciones de contaminantes en un punto y alejadas del foco, se han desarrollado muchas técnicas para estimar la calidad del aire, como lo son los modelos matemáticos, físicos y estadísticos.

Los contaminantes pueden ser vertidos a la atmósfera por medio de chimeneas a diferentes alturas o a nivel del suelo; en cualquier de los casos,

siempre es importante considerar la concentración recibida en el suelo debido al impacto sobre la salud humana y el medio ambiente. La función de las chimeneas es descargar los contaminantes a suficiente altura para que puedan dispersarse bien en la atmósfera antes de llegar al suelo, a mayor altura de las chimeneas, los contaminantes se dispersan mejor debido a que estos tienen que desplazarse a través de una capa atmosférica más profunda antes de llegar al nivel del suelo, en dicho recorrido, se extienden y dispersan, mientras esto ocurre, los gases forman una estructura gaseosa en forma de abanico, denominado penacho.

2.3.1 Modelos de dispersión de contaminantes

Los modelos de dispersión son un método para calcular la concentración de contaminantes a nivel del suelo y a diversas distancias de la fuente. En la elaboración de modelos se usan representaciones matemáticas de los factores que afectan la dispersión de contaminantes. Las computadoras, mediante modelos, facilitan la representación de los complejos sistemas que determinan el transporte y dispersión de los contaminantes del aire.

Cuando se hace un modelo del transporte y dispersión de contaminantes del aire se recopila información específica de un punto de emisión. Esta información incluye la ubicación del punto de emisión (longitud y latitud), la cantidad y tipo de los contaminantes emitidos, condiciones del gas de la chimenea, altura de la chimenea y factores meteorológicos tales como la velocidad del viento, perfil de la temperatura ambiental y presión atmosférica.

Los técnicos usan estos datos como insumo del modelo de computación y para predecir cómo los contaminantes se dispersan en la atmósfera. Los

niveles de concentración, pueden calcularse para diversas distancias y dirección de la chimenea.

El objetivo de un modelo de dispersión, es la integración de aquellos elementos que inciden en la calidad del aire, como lo son las condiciones atmosféricas, localización de los focos e intensidad de los mismos, situación de los receptores, influencia de la topografía, orografía, etc., con la finalidad de generar medidas correctivas viables tanto económica como técnicamente.

2.3.1.1 Modelos matemáticos

Los modelos matemáticos necesitan la resolución de ecuaciones de conservación de materia, energía y cantidad de movimiento tridimensionales, dicho modelos son los más deseables pero no están disponibles debido a la complejidad de las ecuaciones relativas a fenómenos de transporte de fluidos y masas, en particular los términos de flujos turbulentos de estas ecuaciones, que aún no son susceptibles de solución.

2.3.1.2 Modelos físicos

Normalmente se utilizaban los modelos físicos a través de la utilización de túneles de viento, pero pocos eran los centros de investigación en el mundo que los diseñaban correctamente para la investigación de los contaminantes en las ciudades; dichos modelos de túneles, deberían ser del tamaño adecuado para evitar los efectos de escala y representar apropiadamente las variaciones en la velocidad vertical y perfiles de temperatura.

2.3.1.3 Modelos estadísticos

Los modelos estadísticos, se utilizan si la información sobre procesos físico-químicos es inadecuada, para satisfacer los datos iniciales de un modelo gaussiano o matemático. Dicha técnica generará información, que ayudará a la comprensión del problema de la calidad del aire.

2.4 Modelos Gaussianos

Los modelos gaussianos son la técnica que más se usa para la estimación de contaminantes no reactivos (USEPA, 1986), pese a no ser considerados como exactos, es muy utilizado debido a que para tiempos cortos de exposición, sus resultados tienden a sobredimensionar por lo que se considera un método seguro:

- No existe variación ni en velocidad ni en dirección del viento entre el foco y el receptor.
- Todo el vertido permanece en la atmósfera de manera que no reacciona ni se deposita en forma de lluvia o partículas. Cualquier penacho que impacta en el terreno rebota en su totalidad.
- La dispersión no ocurre en la dirección descendente del viento, sólo tiene lugar en las direcciones verticales y horizontales del viento. La dispersión es estocástica y describe exactamente una distribución de Gauss.

El uso de este tipo de modelos como primera estimación de un evento que afecta a la calidad del aire, es generalizado e incluso recomendado. En caso de requerirse un análisis más riguroso o para tiempos más prolongados, se debe recurrir a otro tipo de modelo, en lo posterior. Para representar un suceso gobernado por la probabilidad, se emplea la curva normal (gaussiana),

en donde la altura central en el eje de ordenadas se denomina *media* y el ancho de la curva se describe en *desviaciones estándar*.

Ecuación de la Dispersión

La concentración de un contaminante en un penacho en cualquier punto x, y o z, se puede calcular con la siguiente ecuación de difusión:

$$C_{(x,y,z)} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_zU} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z}{\sigma_z}\right)^2\right]$$

(Ecuación 2.1)

Para el sistema de coordenadas x=0 en el foco (chimenea)
 Y=0 en la línea central del penacho
 Z=0 en el terreno

Si la altura efectiva del foco emisor es H, entonces las coordenadas z en la línea central del penacho es (z-H), donde z se mide a partir de la cota del terreno:

$$C_{(x,y,z)} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_zU} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right]$$

(Ecuación 2.2)

En el supuesto de conservación de masa, de que todo el contacto del penacho con el terreno es completamente reflejado, debe añadirse un segundo término para tener eso en cuenta, por lo que la ecuación sería:

$$C_{(x,y,z)} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_zU} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\}$$

(Ecuación 2.3)

Las unidades aplicadas son:

Q= cualquier propiedad por unidad de tiempo, por ejemplo, kg/s, m³/s

C= cualquier propiedad por unidad de volumen, por ejemplo, kg/m³, m³/m³ o ppb

$\sigma_y \sigma_z$ = coeficientes de difusión, en m, en función de la distancia x aguas abajo.

A partir de las curvas de Pasquill-Gifford (1961) se obtienen los coeficientes de difusión conociendo la distancia aguas abajo "x" y el criterio de estabilidad. (Figura 9 y 10)

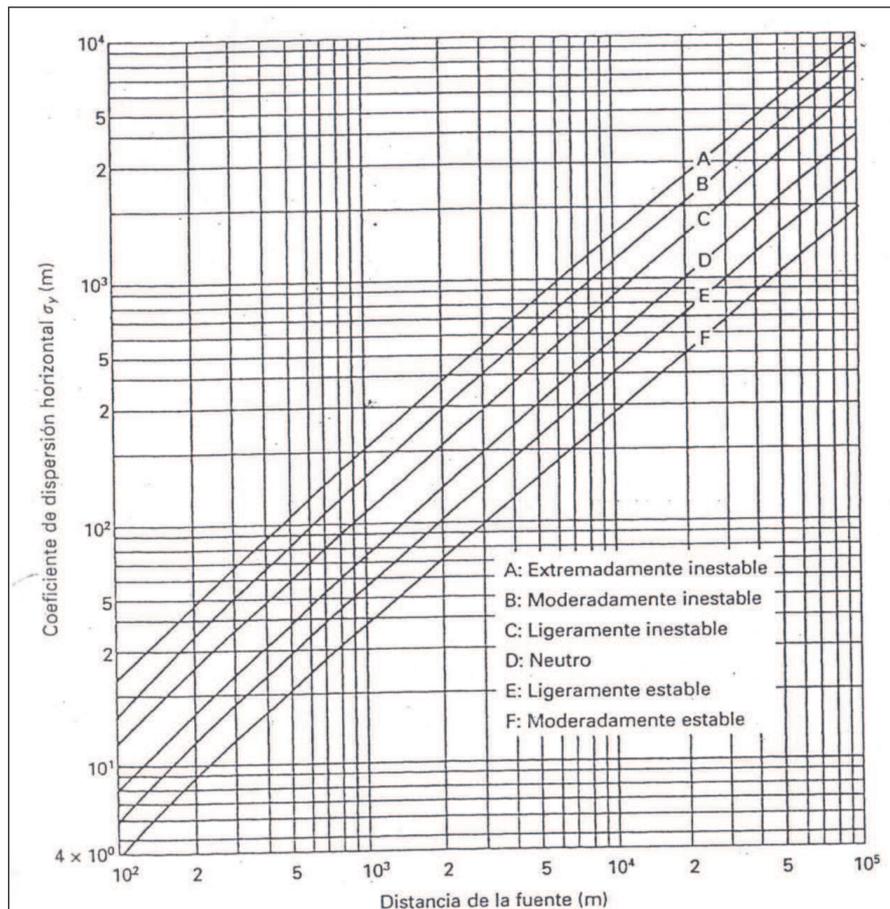


Figura 9: Correlaciones para σ_y basadas en las clases de estabilidad A-F de Pasquill (Gifford, 1961).

Fuente: G. Kiely, Libro "Ingeniería Ambiental"

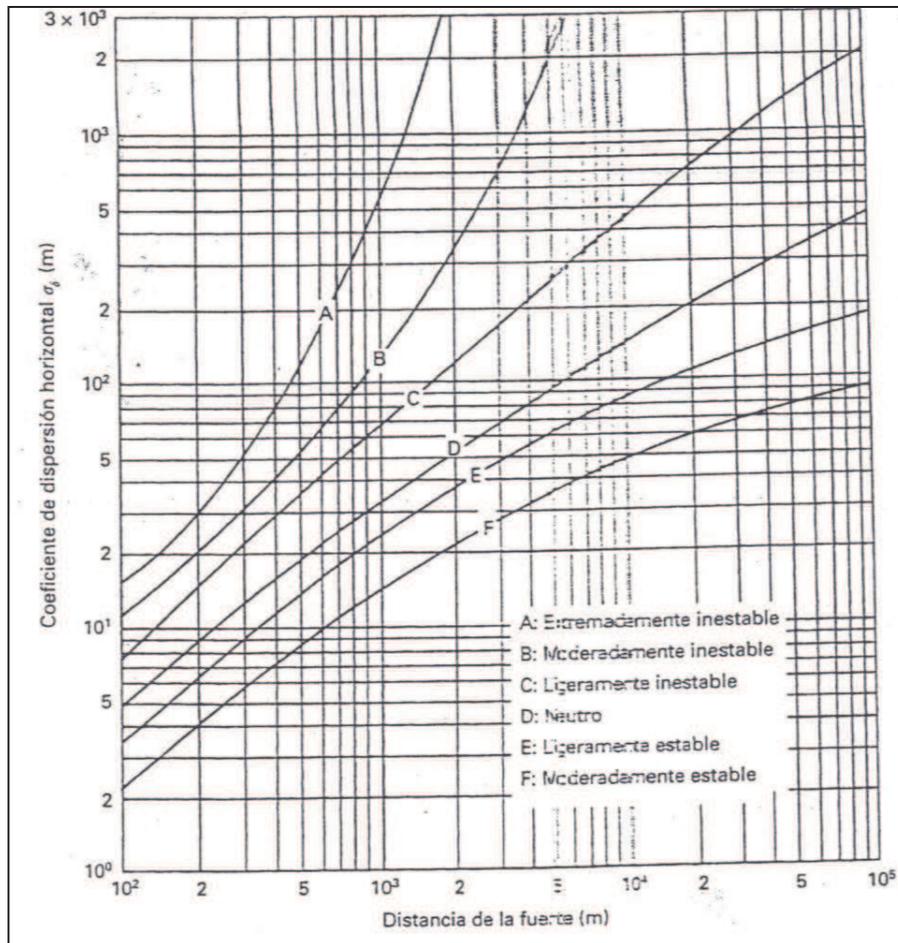


Figura 10: Correlaciones para σ_z basadas en las clases de estabilidad A-F de Pasquill (Gifford, 1961)
Fuente: G. Kiely, Libro "Ingeniería Ambiental"

2.5 Modelos computarizados para la evaluación de dispersión de contaminantes en la atmosfera

2.5.1 EDMS

El modelo EDMS ("Emissions and Dispersion Modeling System") es un desarrollo conjunto de la Administración Federal de Aviación (FAA por sus siglas en inglés) y las Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos (USAF por sus

siglas en inglés), convirtiéndose en una de las pocas herramientas que permiten evaluar la calidad del aire relacionada a los aeropuertos.

El manual del usuario EDMS 5.1.3 (año 2010), relata que a principios de la década de 1970, la FAA y la USAF reconocieron la necesidad de analizar y documentar las condiciones de calidad de aire en los aeropuertos, bases aéreas y alrededores. Inicialmente, cada organismo desarrolló de manera independiente, programas de ordenador para hacer frente a esta necesidad. La USAF desarrolló el modelo de evaluación de la calidad del aire y la FAA desarrolló el Modelo contaminación atmosférica aeroportuaria (AVAP). Estos modelos fueron utilizados para llevar a cabo evaluaciones de la calidad del aire, limitada a finales de 1970. Reconociendo la ineficiencia de mantener dos modelos no aprobados por la EPA, los organismos acordaron cooperar en el desarrollo de un sistema único que tendría beneficios regulatorios, operativos y económicos. Como resultado de todo el esfuerzo de ambas entidades, se desarrolló el modelo EDMS, convirtiéndose en un modelo figura entre los modelos de orientación preferidas de la EPA.

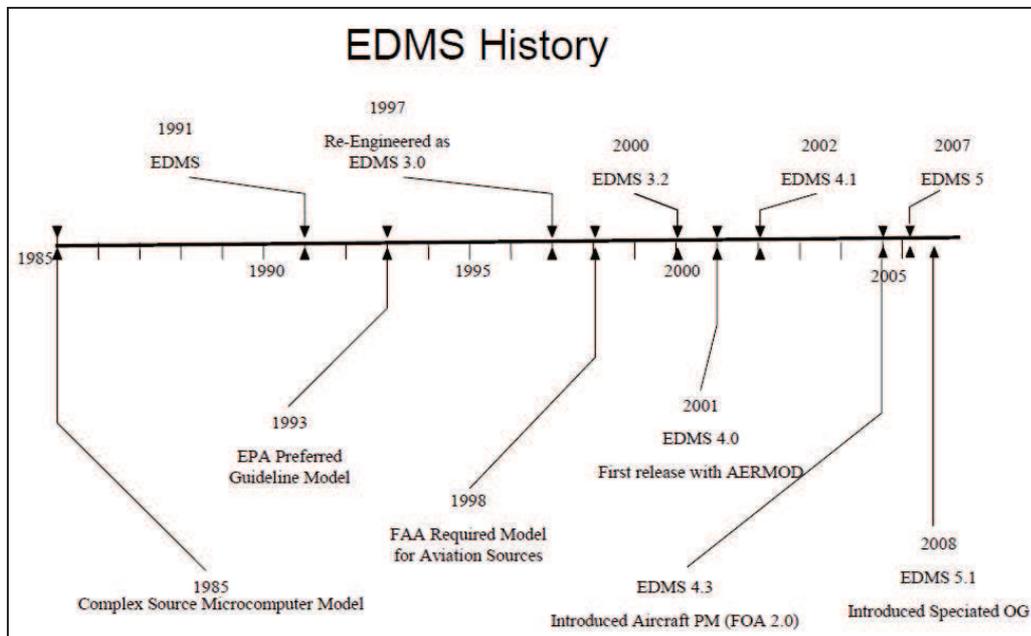


Figura 11: Resumen de la historia del modelo EDMS

Fuente: Manual del Usuario EDMS 5.1.3

El modelo EDMS dispone de módulos de cálculo tanto de emisiones como de dispersiones, de una base de datos de factores de emisiones de aeronaves, así como de una base de datos de equipos de apoyo en tierra y unidades auxiliares de energía.

Mediante la simulación de la actividad aeroportuaria, se obtiene el inventario de las emisiones de los principales contaminantes de origen aeroportuario, así como la modelización de la dispersión de los mismos en la atmósfera, de acuerdo con lo establecido por la legislación vigente.

2.5.2 Estado del arte

La versión utilizada para el presente estudio es la 5.1.3, creada en el año 2010, la cual ha sido utilizada para evaluar la calidad del aire en aeropuertos como: Int'l de Incheon Airport (Incheon (near Seoul) RKSI, en Korea (2012); Aeropuerto de Fuerteventura, España (2012) y Aeropuerto de Zurich en Alemania (2012).

CAPÍTULO 3: MARCO LEGAL APLICABLE

3.1 Legislación ambiental ecuatoriana para calidad del aire

La Ley de Gestión Ambiental establece que *“la Autoridad Ambiental Nacional la ejerce el Ministerio del Ambiente, instancia rectora, coordinadora y reguladora del sistema nacional descentralizado de Gestión Ambiental; sin perjuicio de las atribuciones que en el ámbito de sus competencias y acorde a las Leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado.”*

Según la Nueva Constitución de la República del Ecuador indica:

TITULO VII

Régimen del Buen Vivir

CAPÍTULO SEGUNDO

Biodiversidad y Recursos Naturales

“Art 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. *El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.*

2. *Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales y jurídicas en el territorio nacional.*

3. *El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales.*

4. *En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.”*

Las leyes que en la actualidad rigen en el ámbito ambiental y calidad del aire en particular, son:

- *Ley de Gestión Ambiental*
- *Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental*
- *Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre*
- *Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria o Libro VI: De la Calidad Ambiental*
 - *Título 1: Del Sistema Único de Manejo Ambiental*
 - *Título II: Política Nacional de Residuos Sólidos*
 - *Título III: Del Comité de Coordinación*
 - *Título IV: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación*
 - *Título V: Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos*
 - *Título VI: Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos*
 - *Título VII: Del Cambio Climático*
 - *Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua*
 - *Anexo 2: Norma de Calidad Ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados*
 - *Anexo 3: Normas de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión*
 - *Anexo 4: Norma de Calidad del Aire Ambiente*
 - *Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones*

- *Anexo 6: Norma de Calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos*
- *Anexo 7: Listados nacionales de Productos Químicos prohibidos peligrosos y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador*
- *Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria*

En el caso de la ciudad de Guayaquil, en el año 2008, TAGSA procedió con el licenciamiento ambiental para sus actividades en el marco de la concesión aeroportuaria del Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo, para lo cual se basó en la Ley de Gestión Ambiental, el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) y las Normas Técnicas Ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental para los sectores de Infraestructura: Eléctrico, Telecomunicaciones y Transporte (Puertos y Aeropuertos), cumpliendo con el marco legal nacional y local de ese entonces, según lo detallado en el borrador del resumen Ejecutivo del Estudio de Impacto Ambiental Ex Post del Aeropuerto de Guayaquil elaborado por la consultora Efficacitas Consultora Cía. Ltda., contratada por la concesionaria.

3.2 Legislación ambiental ecuatoriana para emisiones aeroportuarias

Actualmente el Ecuador no cuenta con leyes o directrices específicas que rijan sobre el control de emisiones aeroportuarias, puesto que las existentes, se enfocan en la contaminación por ruido provocado por las actividades de las aeronaves de un aeropuerto, considerándose como guías válidas, las emitidas por los organismos internacionales, en especial la FAA.

3.3 Legislación ambiental internacional para calidad del aire

Adicionalmente a las leyes promulgadas nacionalmente, el Ecuador como miembro de los Protocolos de Montreal y Kyoto, está comprometido a cumplir con dichos tratados cuyos objetivos están dirigidos a mejorar los niveles de contaminación ambiental y el cambio climático, respectivamente; asimismo dar cumplimiento a directrices ambientales como: Guías de Calidad del Aire emitidas por la Organización Mundial de la Salud, Tecnologías Políticas y Medidas para mitigar el Cambio Climático elaborado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). EPA, FAA, LEY DEL AIRE LIMPIO.

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

El cálculo del inventario de emisiones producido por el Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo, se ha realizado mediante la simulación de las emisiones de los contaminantes de origen aeroportuario, utilizando el programa EDMS en su versión 5.1.3. El modelo EDMS (Emissions and Dispersion Modeling System) es una de las pocas herramientas de evaluación de calidad del aire creada específicamente para aeropuertos. Dispone de módulos de cálculo tanto de emisiones como de dispersiones, de una base de datos tanto de factores de emisión de aeronaves como de datos de equipos de apoyo en tierra y unidades auxiliares de energía, por lo que, mediante la simulación de todos esos factores como parte de la actividad aeroportuaria, se obtiene el inventario de emisiones de los principales contaminantes de origen aeroportuario como lo son el CO, HC, NO_x, SO_x, PM₁₀, PM_{2.5} y el CO₂.

La metodología presentada en el presente estudio, consideró todas las posibles fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos provenientes de las actividades asociadas al aeropuerto José Joaquín de Olmedo en la ciudad de Guayaquil (AIJJO). De acuerdo a la denominación y agrupación definida por el modelo EDMS, a continuación las fuentes consideradas son:

- I. Aeronaves
- II. Equipo de apoyo en tierra (GSE) y Unidades auxiliares de poder (APU)
- III. Fuentes móviles (Vehículos de acercamiento)
- IV. Fuentes móviles (en Estacionamientos)
- V. Fuentes Estacionarias
- VI. Instrucción de bomberos (simulacros)

De igual manera, como parte del estudio, se recopiló diversidad de información meteorológica de la ciudad de Guayaquil así como propiedades generales y datos técnicos del aeropuerto.

4.1 Propiedades del estudio

En primera instancia, se establece las generalidades del estudio, tales como los siguientes datos técnicos: identificación del aeropuerto objeto del estudio, código ICAO, Código IATA, coordenadas de ubicación del aeropuerto, período del alcance del inventario, sistema de unidades, unidades del inventario de emisiones, escenario, etc. La figura 12 muestra los datos técnicos del Aeropuerto José Joaquín de Olmedo, que fueron ingresados al programa. Es importante resaltar que la versión utilizada, mantiene identificado al aeropuerto de Guayaquil con su anterior nombre, Simón Bolívar.

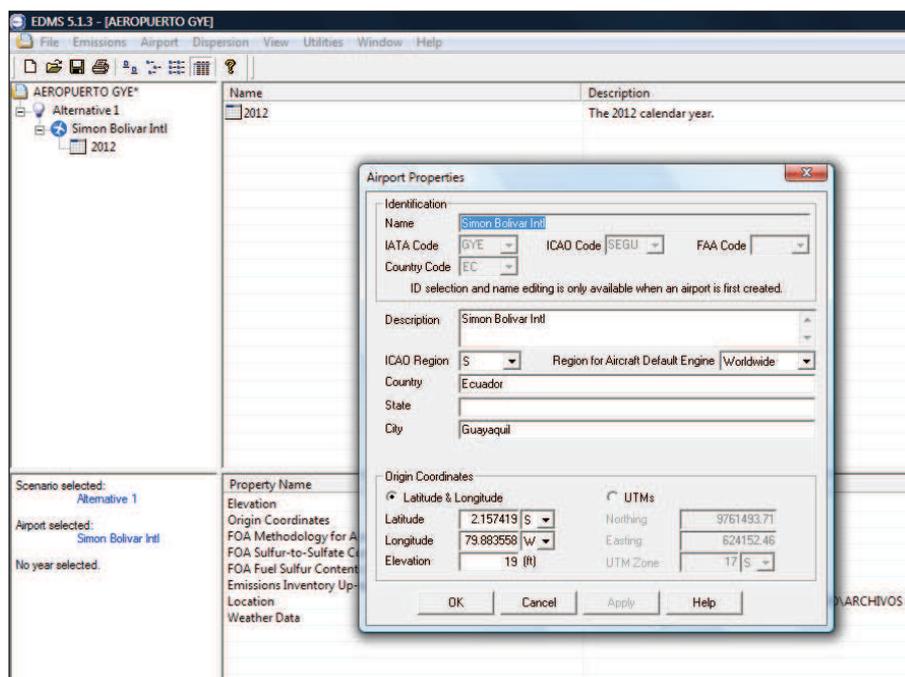


Figura 12: Información técnica del aeropuerto AIJJO

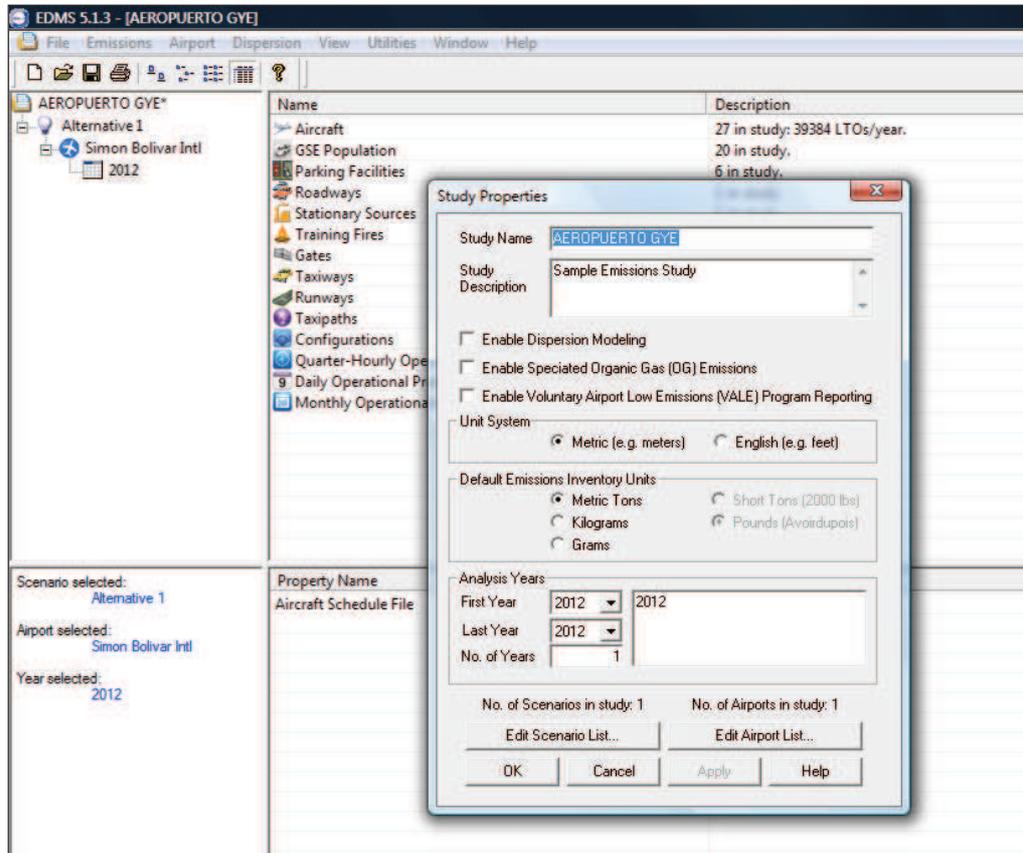


Figura 13: Propiedades del estudio

La figura 13 muestra las propiedades que se requieren establecer al estudio, en lo que se destacan las unidades en que se desea calcular el inventario de emisiones, siendo especificadas Toneladas Métricas. Asimismo, permite establecer si se obtendrá un modelo de dispersión o solamente el inventario de emisiones y finalmente, se establece el período de estudio y los escenarios que se requieran evaluar del aeropuerto.

4.2 Descripción de las fuentes de emisión

Para la elaboración de este estudio se han considerado las aeronaves, vehículo de apoyo en tierra y unidades auxiliares de energía, vehículos en los

estacionamientos, accesos del aeropuerto y fuentes como el incinerador de desechos sólidos, existente en el aeropuerto.

4.2.1 Aeronaves

De manera general se puede considerar que las operaciones de las aeronaves en el aeropuerto, se clasifican en cuatro etapas (ver figura 14):

Etapa de Aproximación (1): Incluye el período medido desde el momento en el que la aeronave entra en la zona de mezcla de contaminantes hasta el aterrizaje. El inventario de emisiones del EDMS utiliza por defecto una altura de capa de mezcla de 3.000 pies.

Etapa de Ascenso (2): Incluye el período inmediatamente posterior del despegue, que finaliza cuando la aeronave abandona la zona de mezcla de contaminantes.

Etapa de despegue (3): comprende el período de aceleración de la aeronave desde la cabecera de pista hasta que alcanza una altura de 1.000 pies.

Etapa de Rodadura (4): Incluye el período de funcionamiento de los motores durante la rodadura, asociado a las maniobras de despegue y aterrizaje, así como el tiempo de espera en cabecera previo al despegue.

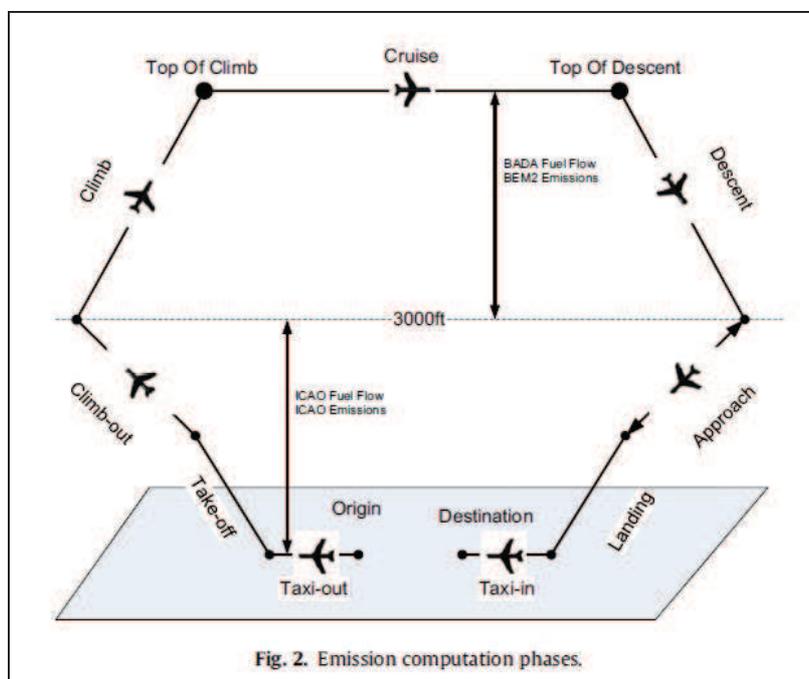


Figura 14: Ciclo LTO y Fases de Cálculos de Emisiones
Fuente: V.V. Pham et al., 2010

A todas las etapas descritas, de manera conjunta se denominan ciclo LTO (aterrizaje – despegue). Para cada etapa que forma el ciclo LTO, la potencia correspondiente al motor es distinta y es la que determina la relación de combustible quemado y por ende, la cantidad y naturaleza de los diferentes contaminantes emitidos a la atmósfera; por lo que, como dato inicial para la elaboración del inventario de emisiones, se determinó la flota de aeronaves del aeropuerto y el número de operaciones anuales para cada combinación aeronave-motor.

El inventario de emisiones atmosféricas generadas por las aeronaves que operan desde y hacia el aeropuerto de Guayaquil, se realizó mediante la recopilación de información de sus niveles de actividad, conformado por el número de operaciones anuales por cada tipo de aeronave. El número de operaciones anuales por cada aerolínea, fue obtenido del Boletín Estadístico de

Tráfico Aéreo Año 2012, elaborado por la Dirección General de Aviación Civil. La actividad de interés de las aeronaves queda definida por los ciclos LTO (ciclo de aterrizaje y despegue, en inglés Landing and Take-Off Cycle), del cual, no se considera la porción del vuelo cuando la aeronave se encuentra a altura crucero por sobre la capa de mezcla atmosférica, ya que las emisiones no impactan sobre el aeropuerto.

Una de las formas en que el Boletín estadístico presenta el total de vuelos en el año 2012, es detallándolo por cada aerolínea que opera desde y hacia el aeropuerto de Guayaquil; dicha cantidad de vuelos, fue dividida proporcionalmente por cada tipo de avión que compone la flota de cada aerolínea.

A falta de datos concretos respecto al motor de cada aeronave, se procedió a asignar el motor que el EDMS da por defecto, puesto que éste, permite asociar a un modelo concreto de aeronave a las distintas motorizaciones que el programa contiene en su base de datos. Los distintos tipos de aeronaves, así como los ciclos LTO que realizaron en el período de estudio, son elegidos manualmente en el programa en la opción "aircraft", siendo extraídos de la base de datos del EDMS.

El desglose de la flota de aeronaves que operan en el aeropuerto, se realizó utilizando la información proporcionada por la Subdirección de Aviación Civil del Litoral, referente al desglose de tipos de aviones que posee cada aerolínea, con lo que, para efectos del presente trabajo académico, se procedió a repartir en partes iguales la cantidad de ciclos LTO realizados por cada aerolínea, para la cantidad de modelos de aeronaves de cada una de éstas. Los motores asignados a cada tipo de avión, se realizaron en base al recomendado por el modelo EDMS al momento de ingresar los datos. La figura 15

corresponde a la ventana “aircraft”, en la cual se procedió a seleccionar los modelos de aviones que operan en el aeropuerto de Guayaquil, así como la cantidad de ciclos LTO que realizaron en el período de estudio.

La Administración Federal de Aviación (por sus siglas en inglés FAA), establece que la metodología general de estimación de emisiones provenientes de las actividades de las aeronaves dentro de los aeropuertos, debe seguir la siguiente secuencia, la cual fue aplicada en el presente estudio académico:

- Selección de la capa de mezcla atmosférica usada para definir los tiempos relacionados a cada fase que componen el ciclo LTO.
- Determinar el nivel de actividad del aeropuerto representada por el número de ciclos LTO.
- Definir la flota de aeronaves principal que hace uso del aeropuerto durante el periodo de estudio.
- Seleccionar los factores de emisión a utilizar.
- Estimar los tiempos en cada uno de los modos o fases del ciclo.
- Calcular emisiones basadas en el nivel de actividad del aeropuerto, los tiempos definidos por fase del ciclo y los factores de emisión seleccionados.

Es importante resaltar que el modelo EDMS, posee dentro de su estructura sistémica, los requerimientos indicados en la metodología internacional descritos por la FAA.

La altura de mezcla considerada es de 914.4 metros, valor establecido por defecto para la ciudad de Guayaquil por el modelo EDMS.

transitaron por el aeropuerto de Guayaquil, así como la carga y aerolíneas que operaron, lo cual se ha plasmado en las siguientes tablas:

Tráfico internacional (regular y no regular) de pasajeros:

| GUAYAQUIL | 2011 | 2012 | % VARIACIÓN 2011 -2012 |
|------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Entrados | 674.354 | 656.479 | - 2.65 |
| Salidos | 711.812 | 688.954 | - 3.21 |
| Total | 1'386.166 pax | 1'345.433 pax | -2.94 |

Tráfico doméstico (regular y no regular) de pasajeros (pax):

| GUAYAQUIL | 2011 | 2012 | % VARIACIÓN 2011 -2012 |
|--------------------|---------------|---------------|-----------------------------------|
| entrados y salidos | 2'353.620 pax | 2'146.078 pax | -8.82 |

TOTAL DE PASAJEROS (Internacional y doméstico): 3'491.511 pax

Tráfico de carga (regular y no regular)

| GUAYAQUIL | 2012 |
|------------------|---------------------|
| internacional | 44.031,97 TM |
| doméstico | 9.338,73 TM |
| Total | 53.370,70 TM |

Aterrizajes y decolajes (regular y no regular)

| GUAYAQUIL | 2012 |
|------------------|---------------|
| Internacional | 16.500 |
| Doméstico | 22.900 |
| Total | 39.400 |

Cuando una nave aterriza, ésta se dirige a la posición de estacionamiento asignada, para lo cual el aeropuerto cuenta con quince posiciones divididas de la siguiente manera:

- 8 puestos de estacionamientos de aeronaves para pasajeros con 7 pasarelas de embarque (estos puestos tienen variantes acorde al tipo de aeronave que opere)
- 8 puestos de estacionamientos de aeronaves para carga (remota)
- 7 puestos de estacionamiento de aeronaves para aviación general.

4.2.2 Equipo de apoyo en tierra (GSE) y Unidades Auxiliares de poder (APU)

Los Vehículos de Apoyo en Tierra GSE (Ground Support Equipment), comprenden todos los vehículos de servicio destinados a carga y descarga de equipajes, aprovisionamiento de suministros, limpieza de cabina y aseos, suministro de combustible y remolque de aeronaves (Ver figura 16). La base de datos el EDMS incluye factores de emisión de dichos vehículos, obtenidos del documento “Technical Data to Support FAA’s Advisory Circular on Reducing Emissions from Comercial Aviation” y se basan en factores como potencia, factor de carga o tipo de combustible y los refrigerantes utilizados.



Figura 16: Ilustración del equipo de apoyo en tierra (GSE)
Fuente: Manual del usuario EDMS 5.1.3

Las Unidades Auxiliares de Energía APU (Auxiliary Power Unit), proporcionan energía eléctrica a la aeronave, cuando ésta se encuentra con los motores apagados. Normalmente, se tratan de turbinas pequeñas con características equivalentes a los demás motores de avión. La metodología que emplea el EDMS para el cálculo de las emisiones de las APU, se basa en “Procedures for Emission Inventory Preparation, Volume IV: Mobile Sources”.

Tanto para los GSE y las APU, las emisiones resultan de la combinación de los factores de emisión y del tiempo de operación relacionado a cada unidad. Para efectos del presente estudio, se ha asignado a cada tipo de aeronave, los vehículos de apoyo y Unidades Auxiliares de Energía que el modelo EDMS asigna por defecto. Todos los equipos son ingresados al programa a través de la ventana “GSE”, como se muestra en la figura 17, en la cual se detalla el perfil de operación, unidades operativas así como los parámetros de emisión y tipo de combustible con el que operan.

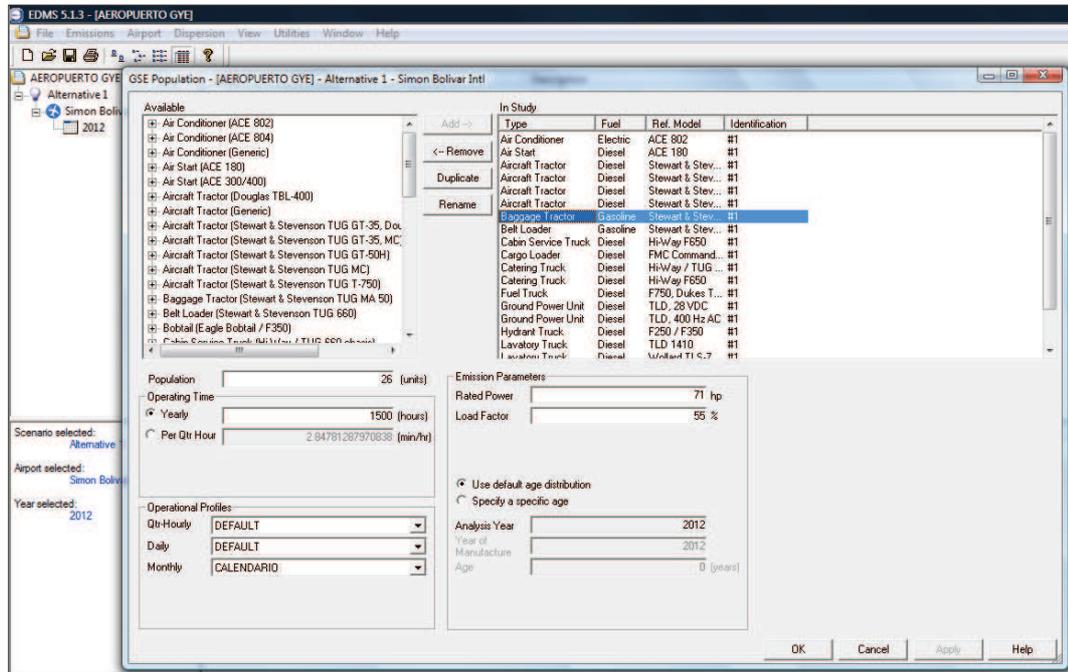


Figura 17: Selección de equipo de apoyo en tierra (GSE)

Quando una aeronave se encuentra estacionada, se acopla el puente de embarque o escalera a fin de proceder con el desembarque de pasajeros, mientras que, paralelamente, el personal de carga de la compañía aérea, desembarca el equipaje y la carga existente en las bodegas de la aeronave. Una vez concluido el desembarque de los pasajeros, se procede a realizar la limpieza del interior de la aeronave y el abastecimiento de la comida, así como el abastecimiento de combustible y carga. Para todas las actividades descritas, se utilizan los equipos de apoyo en tierra que pueden ser mecánicos, eléctricos o con motores, siendo estos últimos, considerados como fuente de emisiones en el presente estudio.



Buses de aerolíneas



Escalera Telescópica



Vehículos de servicio

Una vez que concluye el abastecimiento de combustible, carga y servicio a bordo, y obteniendo las autorizaciones respectivas, se procede al embarque de pasajeros, para luego, cerradas las puertas y en coordinación con la torre de control (TRW-DGAC), la aeronave inicia sus maniobras de despegue.

4.2.3 Fuentes móviles

El modelo EDMS requiere para el cálculo de emisiones información específica acerca del número de vehículos que circulan dentro del predio del aeropuerto (vehículos de acercamiento). Para el presente estudio se ha considerado trabajar con el cuarto de hora pico de tráfico, siendo éste de 18h15 a 18h30 con una afluencia de 230 vehículos; dichos datos fueron obtenidos mediante la elaboración de un conteo de tráfico realizado en las únicas garitas de ingreso al aeropuerto. La velocidad permitida dentro de las instalaciones del aeropuerto es de 20 km/h y los recorridos por los que circulan, han sido establecidos mediante coordenadas obtenidas del plano proporcionado por la DGAC.

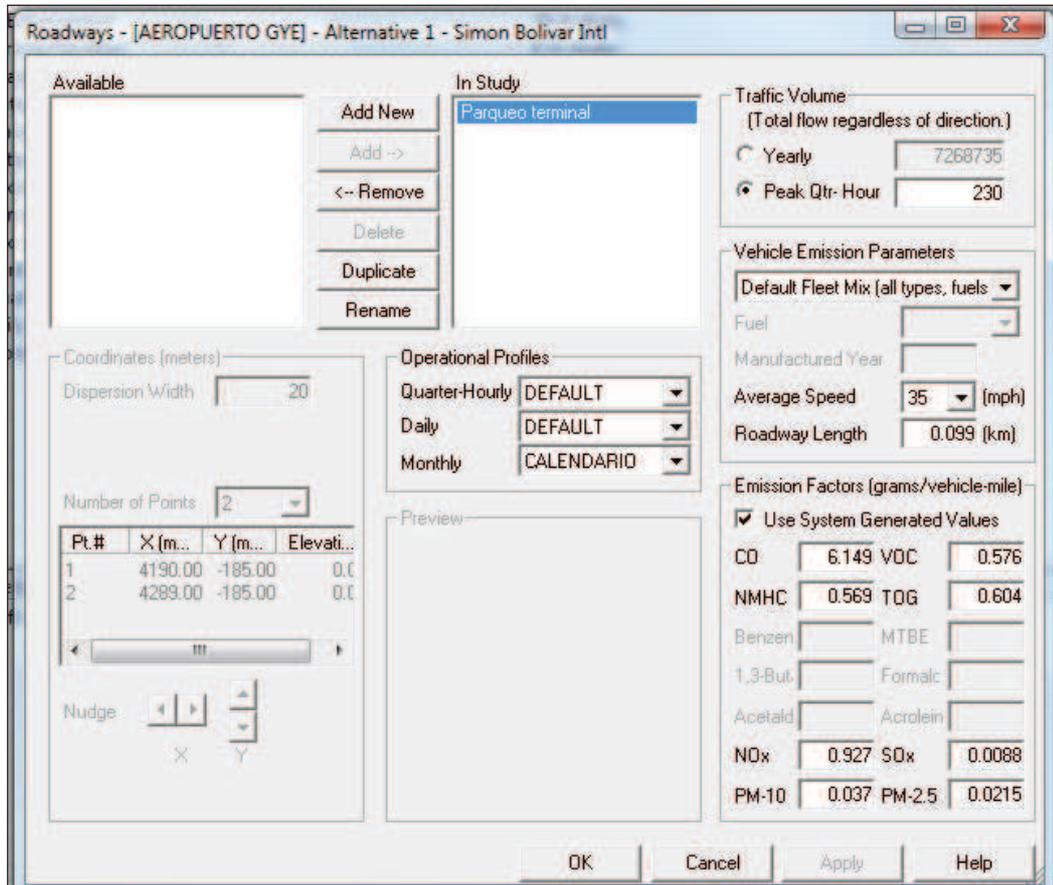


Figura 18: Roadways

Con respecto a los estacionamientos (parking facilities), se han considerado de acuerdo a los planos, seis áreas claramente identificadas y ubicadas mediante sus respectivas coordenadas tal como muestra la figura 19.

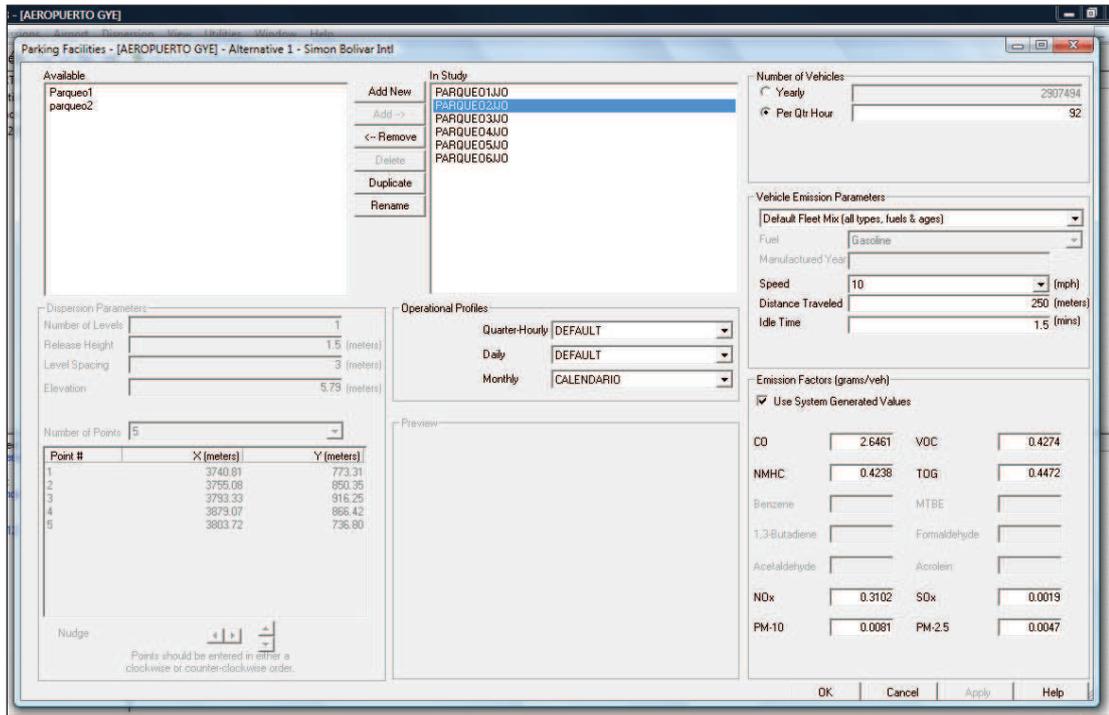


Figura 19: Áreas de parqueos (Parking facilities)

A continuación en la figura 20, se muestra la ubicación de los parqueaderos (color rojo) respecto a la terminal de pasajeros, pista de aterrizaje y demás elementos relevantes:

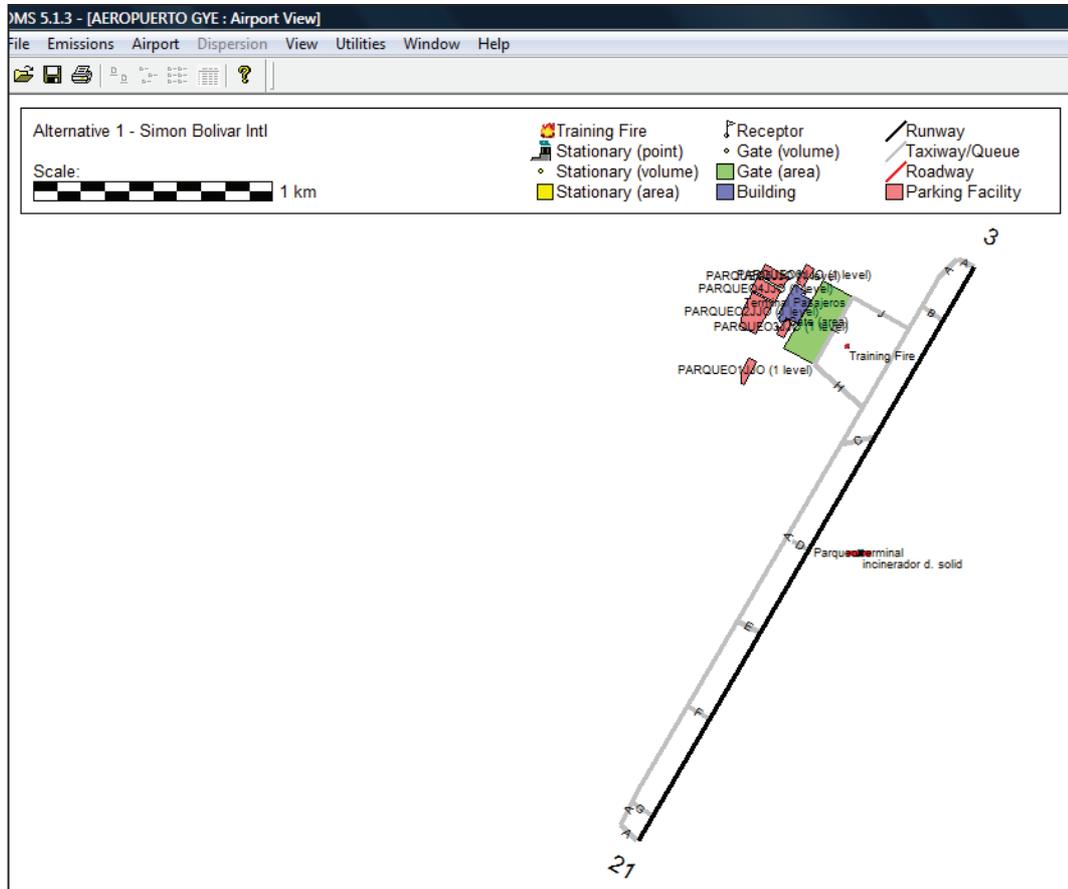


Figura 20: Ubicación de los estacionamientos según visualizador del modelo EDMS

4.2.4 Fuentes Estacionarias

De acuerdo a la información que se encontró disponible, existe una fuente estacionaria correspondiente a un incinerador de desechos sólidos (PENNRAM 375) que posee el aeropuerto, el cual ha sido ubicado respecto al plano proporcionado por la DGAC con sus respectivas coordenadas. De acuerdo al Borrador-Estudio de Impacto Ambiental Expost del aeropuerto José Joaquín de Olmedo en su resumen ejecutivo (TAGSA, 2008), el incinerador corresponde a una fuente fija no significativa (poder calorífico de entrada menor a 10×10^6 BTU/h).

4.2.5 Simulacros de Incendios (training fires)

Este módulo estima las emisiones que se generan producto de los entrenamientos que realiza el cuerpo de bomberos dentro del aeropuerto, lo que corresponde a los simulacros que se realizan dentro del período de estudio. De acuerdo a lo investigado, el Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, no tiene injerencia sobre el aeropuerto de la ciudad, puesto que éste cuenta con su propio personal operativo conformado por bomberos aeronáuticos, operadores de radio, personal en el SEM (Servicio de Emergencia Médica) las 24 horas, los 365 días del año. Con respecto a las prácticas que se realizan en el año, éstas se realizan en una piscina en la cual se usan aproximadamente 500 galones de JP1 y 25 galones de gasolina extra. A través de la ventana “training fires” se ingresa la información correspondiente, así como las coordenadas de ubicación del punto en donde se llevan a cabo los simulacros, como se muestra en la figura 21.

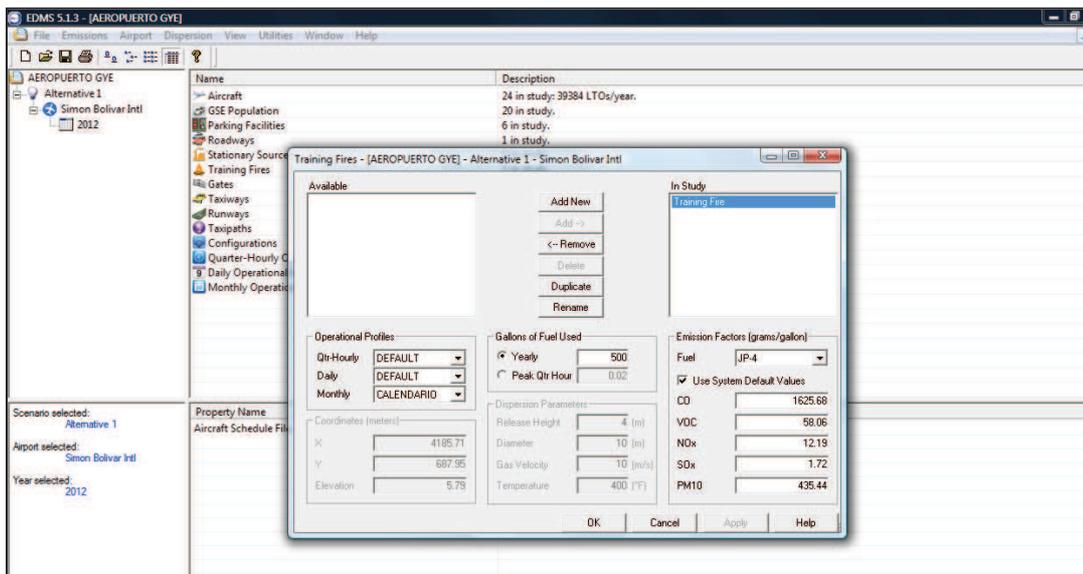


Figura 21: Ingreso de datos de simulacro de incendios

4.3 Evaluación de las condiciones climáticas y meteorológicas de la ciudad de Guayaquil

Para la elaboración del inventario de emisiones se procesaron datos meteorológicos, así como la estimación de los parámetros como la capa de mezcla y estabilidad.

Los parámetros considerados son:

4.3.1 Temperatura promedio, temperatura máxima promedio, temperatura mínima promedio, Presión atmosférica, % de Humedad y nubosidad.

Se ha considerado el promedio anual del año 2012, las cuales constan en la base de datos del EDMS y ratificadas para el presente estudio. Los datos son ingresados a través de la ventana “Weather” como se muestra en la figura 22.

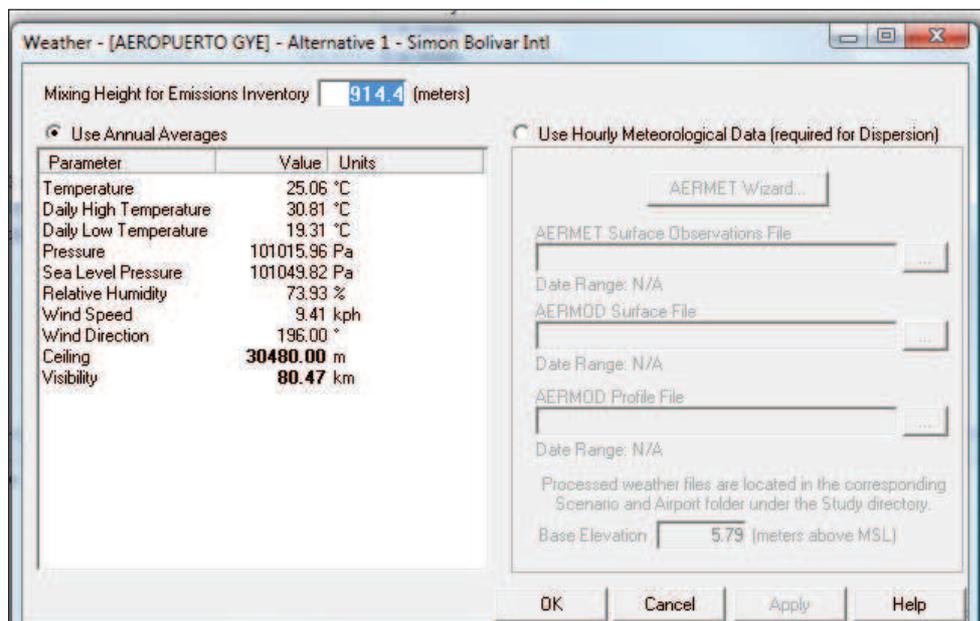


Figura 22: Parámetros climatológicos (Weather)

4.3.2 Velocidad y dirección del viento

Para efectos de este estudio, se ha considerado el registro diario y por hora de las velocidades y direcciones de viento de los meses de marzo y agosto del año 2010, obtenidas de la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto José Joaquín de Olmedo. La unidad de velocidad que se utiliza en el presente proyecto es metros sobre segundos (m/s), mientras que la dirección del viento recopilada, sus rumbos se detallaban con las siglas de los puntos cartesianos (N, S, E, O, NE, SO, etc.)(Ver figura 24), fueron modificados y expresados en grados de acuerdo a los rumbos de la figura 23.

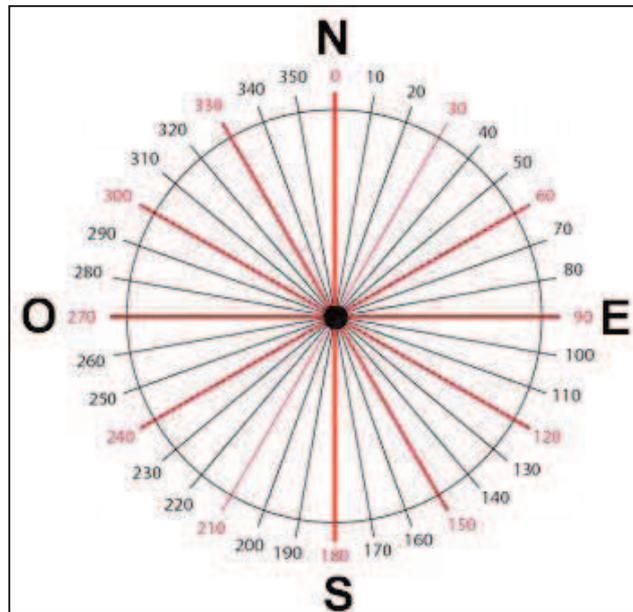


Figura 23: Rumbos

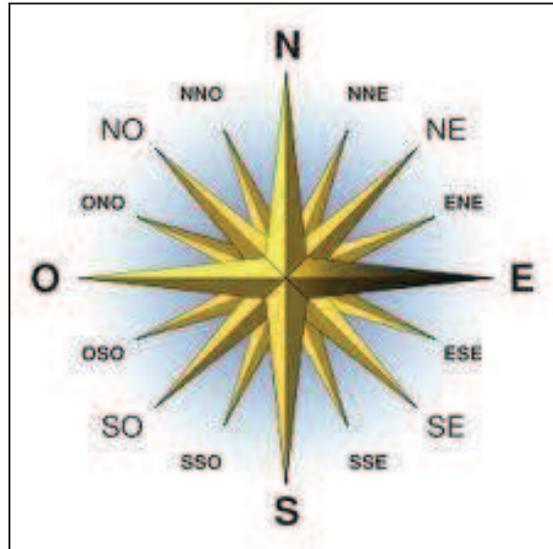


Figura 24: Puntos cardinales

4.3.2.1 Rosa de los Vientos

Mediante la utilización del programa WRPLOT VIEW, se realizó la rosa de vientos para la ciudad de Guayaquil con los datos disponibles, que es una representación gráfica de la dirección y velocidad del viento. Los parámetros utilizados para el cálculo fueron las direcciones y velocidades del viento tomadas diariamente y por hora de los meses de marzo y agosto del año 2010.

Las velocidades de los vientos que se registraron en la ciudad de Guayaquil dentro de los períodos indicados, fueron desde 0° que corresponde a las calmas, hasta 11 m/s, definiéndose las siguientes clases:

| Date Range Report | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |
| Jan | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Feb | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | |
| Mar | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Apr | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| May | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Jun | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Jul | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Aug | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Sep | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Oct | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Nov | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Dec | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

Figura 25: Reporte de rango de datos ingresados

La figura 25 muestra un inventario de los datos que fueron ingresados, marcando con “X” los ingresados y dejando en blanco los días que no se tomaron en cuenta para el registro. En la figura 26 se muestra la cuantificación de las clases de viento registradas de acuerdo al rumbo de cada una de éstas, por ejemplo se puede observar que predomina la dirección SSW (Sur-Sur-Oeste) con 276 registros, de los cuales 96 correspondieron a velocidades de viento comprendidas entre 8.8 y 11.1 m/s. Por otro lado en la figura 27, se muestra a través de un diagrama de barras, el porcentaje de la velocidad que predominó en el año, siendo esta de 5.5 a 8.8 m/s con 246 registros en el año equivalentes al 33.1%.

| Frequency Distribution (Count) | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|------------|---------|-------|
| | Wind Direction (Blowing From) / Wind Speed (m/s) | | | | | | Total |
| | 0,5 - 2,1 | 2,1 - 3,6 | 3,6 - 5,7 | 5,7 - 8,8 | 8,8 - 11,1 | >= 11,1 | |
| N | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NNE | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 9 |
| NE | 1 | 3 | 5 | 2 | 0 | 0 | 11 |
| ENE | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| E | 7 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| ESE | 3 | 7 | 9 | 0 | 1 | 0 | 20 |
| SE | 4 | 7 | 25 | 17 | 1 | 0 | 54 |
| SSE | 6 | 7 | 9 | 37 | 2 | 0 | 61 |
| S | 3 | 8 | 16 | 17 | 14 | 1 | 59 |
| SSW | 3 | 11 | 36 | 94 | 96 | 36 | 276 |
| SW | 3 | 8 | 36 | 64 | 61 | 20 | 192 |
| WSW | 3 | 5 | 10 | 10 | 0 | 0 | 28 |
| W | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| WNW | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| NW | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| NNW | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 42 | 63 | 155 | 246 | 175 | 57 | 743 |

Frequency of Calm Winds: 5
Average Wind Speed: 6,92 m/s

Figura 26: Cuantificación de clases de viento de acuerdo a la velocidad y rumbos

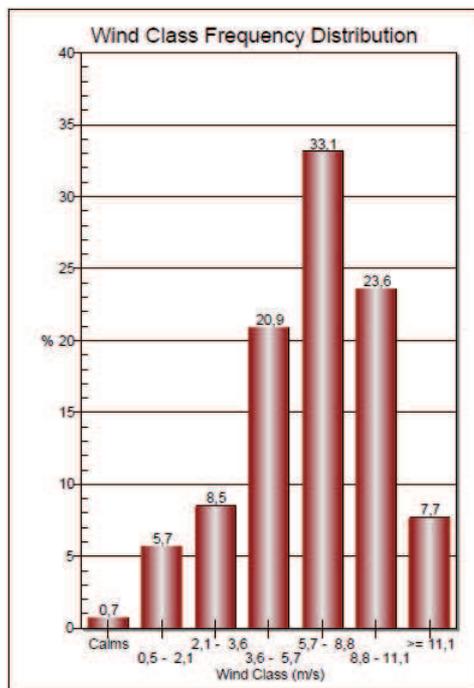


Figura 27: Clases de frecuencias

4.3.3 Estabilidad atmosférica

La estabilidad atmosférica se calcula de acuerdo a la tabla 7 que hace referencia a las clases de estabilidad de Pasquill.

4.4 Descripción física y operativa del aeropuerto de Guayaquil

4.4.1 Descripción de las instalaciones

El aeropuerto José Joaquín de Olmedo, está ubicado en el sector norte de la ciudad de Guayaquil, rodeado de importantes sectores urbanos y comerciales, destacándose las instalaciones del Terminal Terrestre en dirección norte, instalaciones de la Fuerza Aérea Ecuatoriana al sureste y el Río Guayas al Noreste.

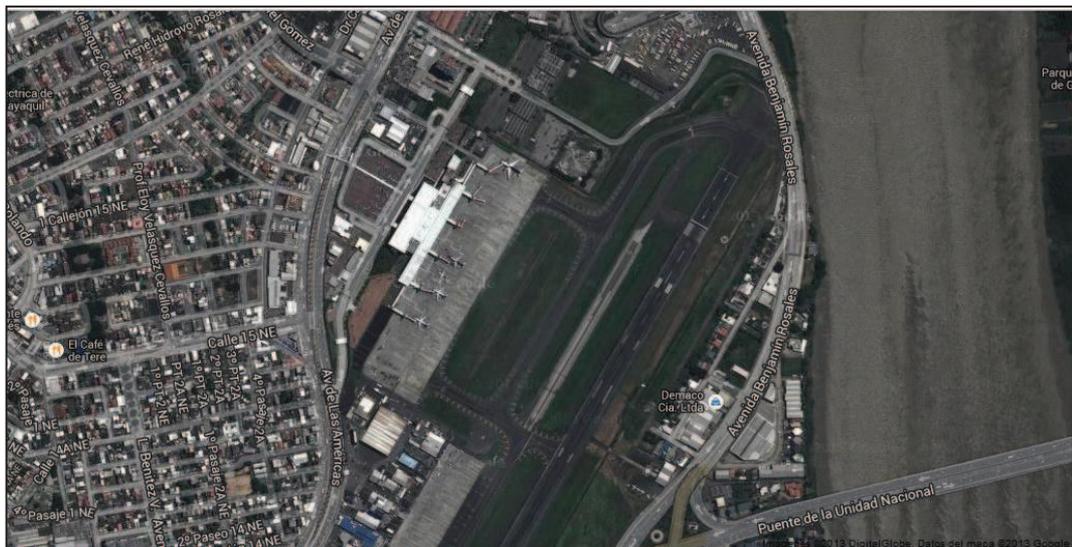


Figura 28: Vista aérea del aeropuerto

Fuente: www.google.com

Su edificio principal es la terminal aeroportuaria que corresponde a una estructura de hormigón armado de dos plantas para el uso de pasajeros con una superficie de 52.000 m², anexo a éste, se ubican más instalaciones para uso administrativo. Una particularidad que destaca de la terminal, es la división de flujos por niveles: la planta baja recibe a los pasajeros y a través de la planta alta se realizan las partidas, con esto se optimizará la operación similar a los grandes aeropuertos del mundo.

Su torre de control se encuentra localizada junto a la avenida Pedro Menéndez Gilbert, aproximadamente a la altura del punto central de la pista.

La pista, cuyo número de asignación es 03/21, es de concreto asfáltico y posee una longitud de 2684 m y 45 m de ancho. La calle de rodaje tiene una longitud de 2.935.57 y posee 23 m de ancho. Las instalaciones del aeropuerto cuentan con una capacidad de 1.100 parqueos.

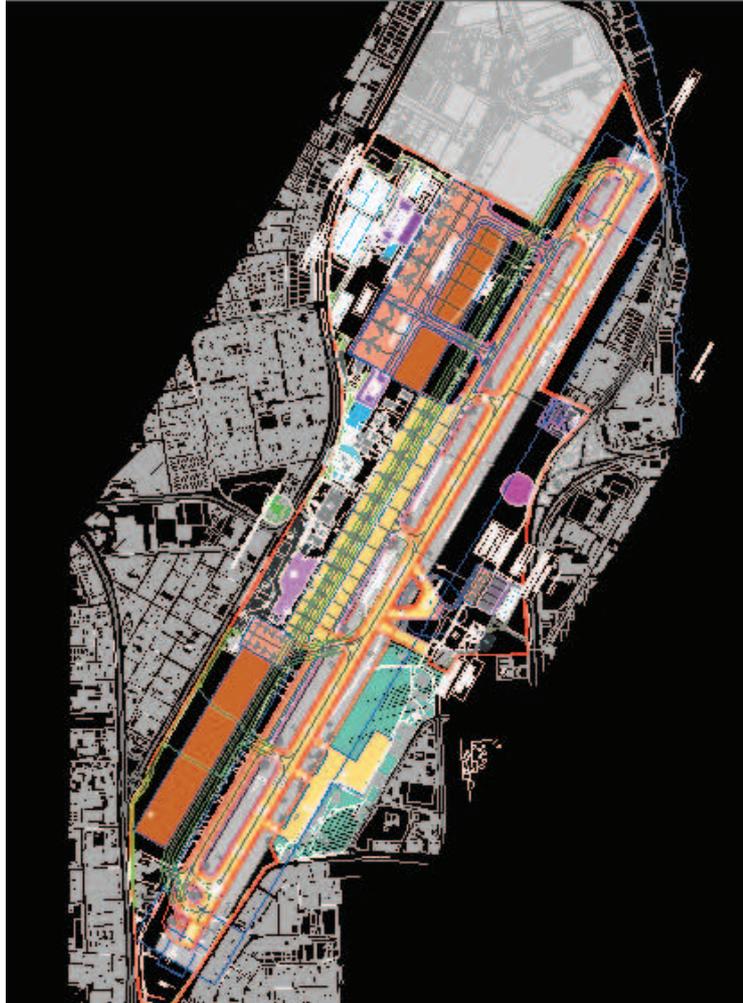


Figura 29: Implantación del aeropuerto

4.5 Selección del modelo a utilizar

El cálculo del inventario de emisiones del aeropuerto de Guayaquil, se ha realizado mediante la utilización del modelo EDMS (Emissions and Dispersion Modeling System) en su versión 5.1.3., el cual es una herramienta que permite evaluar la calidad del aire, especializada en aeropuertos, mediante la

simulación de la actividad aeroportuaria, permitiendo obtener de manera simultánea, inventarios y dispersión de los contaminantes.

4.6 Inventario de emisiones

El inventario de emisiones de contaminantes permitirá conocer las fuentes emisoras de contaminantes en el aeropuerto de Guayaquil, así como el tipo y cantidad de contaminantes que emite cada una de ellas.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados Meteorológicos

Se obtuvo la Rosa de Vientos mediante la aplicación del programa WRPLOT como se muestra en la figura 30, en donde se observa que el vector resultante posee la dirección de 197°.

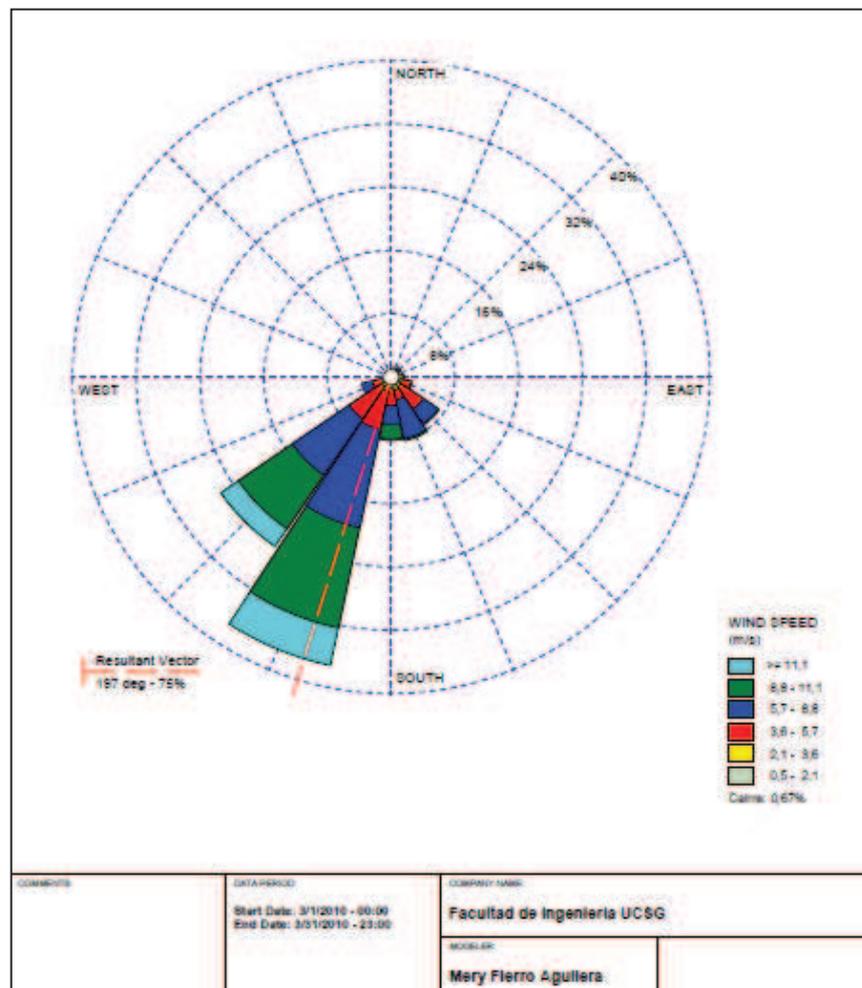


Figura 30: Rosa de Vientos

5.2 Cálculo de inventario de emisiones

A continuación en la tabla 8, se detalla el resultado de las emisiones generadas por las distintas fuentes que forman parte de las actividades del aeropuerto José Joaquín de Olmedo en el año 2012, calculadas a través del modelo EDMS, expresadas en toneladas métricas:

Tabla 8: Resumen de inventario de emisiones por categoría de fuente

| AEROPUERTO GYE | | Generated: 08/08/13 17:49:46 | | | | | | | | | | Page 1 of 1 |
|---|-------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|-------------|
| Emissions Inventory Summary | | | | | | | | | | | | |
| (Metric Tons per Year) | | | | | | | | | | | | |
| Alternative 1 - Simon Bolivar Intl 2012 | | | | | | | | | | | | |
| Category | CO2 | CO | THC | NM... | VOC | TOG | NOx | SOx | PM-... | PM-... | Fuel Cons... | |
| Aircraft | 38,929.... | 67.852 | 12.263 | 14.179 | 14.105 | 14.179 | 194.658 | 14.733 | 0.585 | 0.585 | 12,338.913 | |
| GSE | N/A | 158.324 | N/A | 8.688 | 9.167 | 9.726 | 58.657 | 0.514 | 2.973 | 2.877 | N/A | |
| APUs | N/A | 5.266 | 0.407 | 0.471 | 0.468 | 0.471 | 7.455 | 0.912 | 0.800 | 0.800 | N/A | |
| Parking Facilities | N/A | 18.732 | N/A | 3.000 | 3.026 | 3.166 | 2.196 | 0.013 | 0.057 | 0.033 | N/A | |
| Roadways | N/A | 2.749 | N/A | 0.254 | 0.258 | 0.270 | 0.415 | 0.004 | 0.017 | 0.010 | N/A | |
| Stationary Sou... | N/A | 0.000 | N/A | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | N/A | |
| Training Fires | N/A | 0.813 | N/A | 0.034 | 0.029 | 0.172 | 0.006 | 0.001 | 0.218 | 0.218 | N/A | |
| Grand Total | 38,929.... | 253.736 | 12.670 | 26.626 | 27.053 | 27.984 | 263.387 | 16.177 | 4.650 | 4.523 | 12,338.913 | |

En la tabla 9 se muestra el resultado de emisiones por cada tipo de avión y por cada fase del ciclo LTO. Así mismo se desglosa las emisiones producidas por los GSE y vehículos en la tabla 10 y 11, respectivamente. Finalmente en la tabla 12, se detallan las fuentes fijas como el simulacro de incendio (training fire) así como el incinerador de desechos sólidos con el que cuenta el aeropuerto.

Tabla 9: Emisiones por tipo de avión en cada fase de ciclo LTO

| AEROPUERTO GYE | | | Generated: 08/08/13 17:49:46 | | | | | | | | | | Page 1 of 3 | |
|---|-----------------|-----------|------------------------------|--------|---------|------|--------|------|------|--------|------|-------|-------------|--|
| Aircraft Emissions by Mode | | | | | | | | | | | | | | |
| (Metric Tons per Year) | | | | | | | | | | | | | | |
| Alternative 1 - Simon Bolivar Intl 2012 | | | | | | | | | | | | | | |
| Type | Engine | ID Eur... | Mode | CO2 | CO T... | N... | V... | T... | N... | S... | P... | P... | Fuel C... | |
| ATR 42-200 | PW120 | #1 TP | Startup | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| ATR 42-200 | PW120 | #1 TP | Taxi | 18.411 | 0.2 | 0.0 | 0.0010 | 0.0 | 0.0 | 0.0190 | 0.0 | N/A | 5.836 | |
| ATR 42-200 | PW120 | #1 TP | Takeoff | 12.857 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 0.0420 | 0.0 | N/A | 4.075 | |
| ATR 42-200 | PW120 | #1 TP | Climb | 13.460 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 0.0480 | 0.0 | N/A | 4.266 | |
| ATR 42-200 | PW120 | #1 TP | Appro | 8.336 | 0.1 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 0.0090 | 0.0 | N/A | 2.642 | |
| ATR 42-200 | PW120 | #1 TP | Taxi In | 3.437 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 0.0040 | 0.0 | N/A | 1.089 | |
| Airbus A300C... | CF6-80C2A... | #1 JM | Startup | N/A | N/A | 0.0 | 0.0870 | 0.0 | 0.0 | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Airbus A300C... | CF6-80C2A... | #1 JM | Taxi | 79.534 | 0.5 | 0.0 | 0.0480 | 0.0 | 0.0 | 0.0960 | 0.0 | N/A | 25.209 | |
| Airbus A300C... | CF6-80C2A... | #1 JM | Takeoff | 268 | 0.0 | 0.0 | 0.0050 | 0.0 | 0.0 | 1.9720 | 1.0 | 0.003 | 85.167 | |
| Airbus A300C... | CF6-80C2A... | #1 JM | Climb | 54.071 | 0.0 | 0.0 | 0.0010 | 0.0 | 0.0 | 0.3440 | 0.0 | 0.001 | 17.138 | |
| Airbus A300C... | CF6-80C2A... | #1 JM | Appro | 94.889 | 0.1 | 0.0 | 0.0110 | 0.0 | 0.0 | 0.2310 | 0.0 | N/A | 30.076 | |
| Airbus A300C... | CF6-80C2A... | #1 JM | Taxi In | 33.913 | 0.1 | 0.0 | 0.0100 | 0.0 | 0.0 | 0.0860 | 0.0 | N/A | 10.749 | |
| Airbus A318-1... | CFM56-5B8/... | #1 JS | Startup | N/A | N/A | 0.2 | 0.2380 | 0.2 | 0.2 | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Airbus A318-1... | CFM56-5B8/... | #1 JS | Taxi | 166 | 1.9 | 0.3 | 0.4460 | 0.4 | 0.4 | 0.1440 | 0.0 | 0.003 | 52.768 | |
| Airbus A318-1... | CFM56-5B8/... | #1 JS | Takeoff | 476 | 0.1 | 0.0 | 0.0200 | 0.0 | 0.0 | 2.4080 | 1.0 | 0.006 | 151.153 | |
| Airbus A318-1... | CFM56-5B8/... | #1 JS | Climb | 128 | 0.0 | 0.0 | 0.0050 | 0.0 | 0.0 | 0.6670 | 0.0 | 0.001 | 40.874 | |
| Airbus A318-1... | CFM56-5B8/... | #1 JS | Appro | 178 | 0.2 | 0.0 | 0.0750 | 0.0 | 0.0 | 0.3740 | 0.0 | 0.003 | 56.647 | |
| Airbus A318-1... | CFM56-5B8/... | #1 JS | Taxi In | 50.203 | 0.3 | 0.0 | 0.0800 | 0.0 | 0.0 | 0.0960 | 0.0 | 0.001 | 15.912 | |
| Airbus A319-1... | CFM56-5B6/P | #1 JS | Startup | N/A | N/A | 0.6 | 0.7410 | 0.7 | 0.7 | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Airbus A319-1... | CFM56-5B6/P | #1 JS | Taxi | 515 | 5.0 | 1.0 | 1.1671 | 1.1 | 1.1 | 0.5240 | 1.0 | 0.008 | 163.288 | |
| Airbus A319-1... | CFM56-5B6/P | #1 JS | Takeoff | 1,56 | 0.5 | 0.1 | 0.1320 | 0.1 | 0.1 | 9.5840 | 6.0 | 0.026 | 502.128 | |
| Airbus A319-1... | CFM56-5B6/P | #1 JS | Climb | 422 | 0.1 | 0.0 | 0.0360 | 0.0 | 0.0 | 2.6180 | 1.0 | 0.004 | 133.879 | |
| Airbus A319-1... | CFM56-5B6/P | #1 JS | Appro | 618 | 0.6 | 0.1 | 0.1590 | 0.1 | 0.1 | 1.4840 | 2.0 | 0.009 | 196.012 | |
| Airbus A319-1... | CFM56-5B6/P | #1 JS | Taxi In | 167 | 0.9 | 0.1 | 0.2220 | 0.2 | 0.2 | 0.3870 | 0.0 | 0.002 | 53.222 | |
| Airbus A320-1... | CFM56-5A1 | #1 JS | Startup | N/A | N/A | 0.7 | 0.8810 | 0.8 | 0.8 | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Airbus A320-1... | CFM56-5A1 | #1 JS | Taxi | 622 | 3.9 | 0.3 | 0.3590 | 0.3 | 0.3 | 0.6330 | 2.0 | 0.007 | 197.302 | |
| Airbus A320-1... | CFM56-5A1 | #1 JS | Takeoff | 1,79 | 0.5 | 0.1 | 0.1710 | 0.1 | 0.1 | 11 | 0.6 | 0.063 | 569.457 | |
| Airbus A320-1... | CFM56-5A1 | #1 JS | Climb | 507 | 0.1 | 0.0 | 0.0500 | 0.0 | 0.0 | 3.2070 | 1.0 | 0.016 | 160.902 | |
| Airbus A320-1... | CFM56-5A1 | #1 JS | Appro | 527 | 0.6 | 0.0 | 0.1120 | 0.1 | 0.1 | 0.9580 | 2.0 | 0.010 | 167.185 | |
| Airbus A320-1... | CFM56-5A1 | #1 JS | Taxi In | 278 | 0.7 | 0.0 | 0.0850 | 0.0 | 0.0 | 0.7330 | 1.0 | 0.003 | 88.296 | |
| Airbus A330-2... | CF6-80C2B... | #1 JM | Startup | N/A | N/A | 0.1 | 0.1480 | 0.1 | 0.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Airbus A330-2... | CF6-80C2B... | #1 JM | Taxi | 133 | 0.8 | 0.0 | 0.0720 | 0.0 | 0.0 | 0.1660 | 0.0 | N/A | 42.220 | |
| Airbus A330-2... | CF6-80C2B... | #1 JM | Takeoff | 498 | 0.0 | 0.0 | 0.0100 | 0.0 | 0.0 | 3.6450 | 1.0 | 0.007 | 157.901 | |
| Airbus A330-2... | CF6-80C2B... | #1 JM | Climb | 156 | 0.0 | 0.0 | 0.0030 | 0.0 | 0.0 | 1.1170 | 0.0 | 0.002 | 49.484 | |
| Airbus A330-2... | CF6-80C2B... | #1 JM | Appro | 126 | 0.1 | 0.0 | 0.0140 | 0.0 | 0.0 | 0.2980 | 0.0 | N/A | 40.218 | |
| Airbus A330-2... | CF6-80C2B... | #1 JM | Taxi In | 54.666 | 0.1 | 0.0 | 0.0140 | 0.0 | 0.0 | 0.1730 | 0.0 | N/A | 17.327 | |
| Airbus A340-3... | CFM56-5B1/... | #1 JL | Startup | N/A | N/A | 0.1 | 0.1320 | 0.1 | 0.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Airbus A340-3... | CFM56-5B1/... | #1 JL | Taxi | 102 | 1.3 | 0.1 | 0.1230 | 0.1 | 0.1 | 0.1070 | 0.0 | 0.001 | 32.514 | |
| Airbus A340-3... | CFM56-5B1/... | #1 JL | Takeoff | 419 | 0.2 | 0.0 | 0.0170 | 0.0 | 0.0 | 2.5050 | 1.0 | 0.003 | 132.899 | |
| Airbus A340-3... | CFM56-5B1/... | #1 JL | Climb | 96.971 | 0.0 | 0.0 | 0.0040 | 0.0 | 0.0 | 0.5850 | 0.0 | 0.001 | 30.736 | |
| Airbus A340-3... | CFM56-5B1/... | #1 JL | Appro | 89.635 | 0.8 | 0.1 | 0.1300 | 0.1 | 0.1 | 0.1460 | 0.0 | 0.006 | 28.411 | |
| Airbus A340-3... | CFM56-5B1/... | #1 JL | Taxi In | 52.211 | 0.3 | 0.0 | 0.0330 | 0.0 | 0.0 | 0.1250 | 0.0 | 0.001 | 16.549 | |
| Airbus A340-6... | Trent 556-61... | #1 JL | Startup | N/A | N/A | 0.1 | 0.1710 | 0.1 | 0.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Airbus A340-6... | Trent 556-61... | #1 JL | Taxi | 176 | 0.6 | 0.0 | 0.0070 | 0.0 | 0.0 | 0.2780 | 0.0 | 0.001 | 55.927 | |
| Airbus A340-6... | Trent 556-61... | #1 JL | Takeoff | 553 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 6.3520 | 2.0 | 0.003 | 175.407 | |
| Airbus A340-6... | Trent 556-61... | #1 JL | Climb | 166 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 1.5610 | 0.0 | 0.001 | 52.837 | |
| Airbus A340-6... | Trent 556-61... | #1 JL | Appro | 87.597 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 0.1890 | 0.0 | 0.000 | 27.764 | |
| Airbus A340-6... | Trent 556-61... | #1 JL | Taxi In | 72.604 | 0.1 | 0.0 | 0.0010 | 0.0 | 0.0 | 0.2990 | 0.0 | 0.000 | 23.012 | |
| Boeing 727-1... | JT8D-17AR | #1 JS | Startup | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Boeing 727-1... | JT8D-17AR | #1 JS | Taxi | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Boeing 727-1... | JT8D-17AR | #1 JS | Takeoff | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Boeing 727-1... | JT8D-17AR | #1 JS | Climb | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Boeing 727-1... | JT8D-17AR | #1 JS | Appro | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Boeing 727-1... | JT8D-17AR | #1 JS | Taxi In | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Boeing 727-2... | JT8D-15A | #1 JS | Startup | N/A | N/A | 0.0 | 0.0010 | 0.0 | 0.0 | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Boeing 727-2... | JT8D-15A | #1 JS | Taxi | 1.353 | 0.0 | 0.0 | 0.0010 | 0.0 | 0.0 | 0.0010 | 0.0 | 0.000 | 0.429 | |
| Boeing 727-2... | JT8D-15A | #1 JS | Takeoff | 2.368 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 0.0080 | 0.0 | 0.000 | 0.750 | |
| Boeing 727-2... | JT8D-15A | #1 JS | Climb | 1.023 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 0.0030 | 0.0 | 0.000 | 0.324 | |
| Boeing 727-2... | JT8D-15A | #1 JS | Appro | 0.360 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.000 | 0.114 | |
| Boeing 727-2... | JT8D-15A | #1 JS | Taxi In | 0.114 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.0 | 0.0000 | 0.0 | 0.000 | 0.036 | |
| Boeing 737-2... | JT8D-15A | #1 JS | Startup | N/A | N/A | 0.2 | 0.3390 | 0.3 | 0.3 | N/A | N/A | N/A | N/A | |
| Boeing 737-2... | JT8D-15A | #1 JS | Taxi | 384 | 1.7 | 0.2 | 0.2950 | 0.2 | 0.2 | 0.3030 | 1.0 | 0.012 | 121.914 | |
| Boeing 737-2... | JT8D-15A | #1 JS | Takeoff | 842 | 0.3 | 0.0 | 0.1010 | 0.1 | 0.1 | 3.9090 | 3.0 | 0.051 | 267.179 | |
| Boeing 737-2... | JT8D-15A | #1 JS | Climb | 285 | 0.1 | 0.0 | 0.0350 | 0.0 | 0.0 | 1.3570 | 1.0 | 0.017 | 90.556 | |

| AEROPUERTO GYE | | | Generated: 08/08/13 17:49:46 | | | | | | | | | | Page 2 of 3 |
|-----------------|---------------|-----------|------------------------------|---------|---------|--------|-------------|--------|-------------|-------|-------|------|-------------|
| Type | Engine | ID Eur... | Mode | CO2 | CO T... | N... | V... | T... | N... | S... | P... | P... | Fuel C... |
| Boeing 737-2... | JT8D-15A | #1 JS | Appro... | 448... | 0.5... | 0.1... | 0.1440.1... | 0.1... | 0.7200.1... | 0.015 | 0.015 | | 142.233 |
| Boeing 737-2... | JT8D-15A | #1 JS | Taxi In | 128... | 0.3... | 0.0... | 0.0670.0... | 0.0... | 0.1790.0... | 0.004 | 0.004 | | 40.661 |
| Boeing 737-3... | CFM56-3-B1 | #1 JS | Startup | N/A | N/A | 0.2... | 0.3170.3... | 0.3... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 737-3... | CFM56-3-B1 | #1 JS | Taxi ... | 274... | 3.3... | 0.2... | 0.2580.2... | 0.2... | 0.2720.1... | 0.003 | 0.003 | | 86.963 |
| Boeing 737-3... | CFM56-3-B1 | #1 JS | Takeoff | 491... | 0.1... | 0.0... | 0.0090.0... | 0.0... | 2.2160.1... | 0.004 | 0.004 | | 155.652 |
| Boeing 737-3... | CFM56-3-B1 | #1 JS | Climb... | 373... | 0.1... | 0.0... | 0.0070.0... | 0.0... | 1.7270.1... | 0.003 | 0.003 | | 118.450 |
| Boeing 737-3... | CFM56-3-B1 | #1 JS | Appro... | 266... | 1.0... | 0.0... | 0.0540.0... | 0.0... | 0.4590.1... | 0.002 | 0.002 | | 84.393 |
| Boeing 737-3... | CFM56-3-B1 | #1 JS | Taxi In | 96.478 | 0.6... | 0.0... | 0.0490.0... | 0.0... | 0.1690.0... | 0.001 | 0.001 | | 30.579 |
| Boeing 737-5... | CFM56-3C-1 | #1 JS | Startup | N/A | N/A | 0.0... | 0.0760.0... | 0.0... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 737-5... | CFM56-3C-1 | #1 JS | Taxi ... | 67.406 | 0.6... | 0.0... | 0.0390.0... | 0.0... | 0.0740.0... | 0.001 | 0.001 | | 21.365 |
| Boeing 737-5... | CFM56-3C-1 | #1 JS | Takeoff | 120... | 0.0... | 0.0... | 0.0020.0... | 0.0... | 0.6380.0... | 0.002 | 0.002 | | 38.322 |
| Boeing 737-5... | CFM56-3C-1 | #1 JS | Climb... | 88.541 | 0.0... | 0.0... | 0.0010.0... | 0.0... | 0.4620.0... | 0.001 | 0.001 | | 28.064 |
| Boeing 737-5... | CFM56-3C-1 | #1 JS | Appro... | 56.047 | 0.2... | 0.0... | 0.0100.0... | 0.0... | 0.0940.0... | 0.000 | 0.000 | | 17.765 |
| Boeing 737-5... | CFM56-3C-1 | #1 JS | Taxi In | 20.815 | 0.1... | 0.0... | 0.0070.0... | 0.0... | 0.0370.0... | 0.000 | 0.000 | | 6.598 |
| Boeing 737-8... | CFM56-7B26 | #1 JS | Startup | N/A | N/A | 0.0... | 0.0790.0... | 0.0... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 737-8... | CFM56-7B26 | #1 JS | Taxi ... | 61.179 | 0.4... | 0.0... | 0.0480.0... | 0.0... | 0.0730.0... | N/A | N/A | | 19.391 |
| Boeing 737-8... | CFM56-7B26 | #1 JS | Takeoff | 193... | 0.0... | 0.0... | 0.0080.0... | 0.0... | 1.4300.0... | 0.005 | 0.005 | | 61.453 |
| Boeing 737-8... | CFM56-7B26 | #1 JS | Climb... | 39.636 | 0.0... | 0.0... | 0.0020.0... | 0.0... | 0.2890.0... | 0.001 | 0.001 | | 12.563 |
| Boeing 737-8... | CFM56-7B26 | #1 JS | Appro... | 107... | 0.0... | 0.0... | 0.0050.0... | 0.0... | 0.3370.0... | N/A | N/A | | 34.151 |
| Boeing 737-8... | CFM56-7B26 | #1 JS | Taxi In | 26.126 | 0.0... | 0.0... | 0.0090.0... | 0.0... | 0.0670.0... | N/A | N/A | | 8.281 |
| Boeing 747-2... | CF6-50E2 L... | #1 JL | Startup | N/A | N/A | 0.1... | 0.1160.1... | 0.1... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 747-2... | CF6-50E2 L... | #1 JL | Taxi ... | 92.180 | 0.7... | 0.0... | 0.1030.1... | 0.1... | 0.0800.0... | 0.001 | 0.001 | | 29.217 |
| Boeing 747-2... | CF6-50E2 L... | #1 JL | Takeoff | 601... | 0.0... | 0.0... | 0.0360.0... | 0.0... | 4.4700.2... | 0.014 | 0.014 | | 190.604 |
| Boeing 747-2... | CF6-50E2 L... | #1 JL | Climb... | 222... | 0.0... | 0.0... | 0.0140.0... | 0.0... | 1.7020.0... | 0.006 | 0.006 | | 70.663 |
| Boeing 747-2... | CF6-50E2 L... | #1 JL | Appro... | 195... | 0.1... | 0.0... | 0.0220.0... | 0.0... | 0.6480.0... | 0.002 | 0.002 | | 61.904 |
| Boeing 747-2... | CF6-50E2 L... | #1 JL | Taxi In | 30.666 | 0.1... | 0.0... | 0.0210.0... | 0.0... | 0.0420.0... | 0.000 | 0.000 | | 9.720 |
| Boeing 747-3... | CF6-80C2A... | #1 JL | Startup | N/A | N/A | 0.0... | 0.0010.0... | 0.0... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 747-3... | CF6-80C2A... | #1 JL | Taxi ... | 0.899 | 0.0... | 0.0... | 0.0010.0... | 0.0... | 0.0010.0... | N/A | N/A | | 0.285 |
| Boeing 747-3... | CF6-80C2A... | #1 JL | Takeoff | 3.816 | 0.0... | 0.0... | 0.0000.0... | 0.0... | 0.0280.0... | 0.000 | 0.000 | | 1.209 |
| Boeing 747-3... | CF6-80C2A... | #1 JL | Climb... | 1.411 | 0.0... | 0.0... | 0.0000.0... | 0.0... | 0.0080.0... | 0.000 | 0.000 | | 0.447 |
| Boeing 747-3... | CF6-80C2A... | #1 JL | Appro... | 1.453 | 0.0... | 0.0... | 0.0000.0... | 0.0... | 0.0050.0... | N/A | N/A | | 0.460 |
| Boeing 747-3... | CF6-80C2A... | #1 JL | Taxi In | 0.281 | 0.0... | 0.0... | 0.0000.0... | 0.0... | 0.0000.0... | N/A | N/A | | 0.089 |
| Boeing 747-4... | CF6-80C2B... | #1 JL | Startup | N/A | N/A | 0.0... | 0.0650.0... | 0.0... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 747-4... | CF6-80C2B... | #1 JL | Taxi ... | 58.700 | 0.3... | 0.0... | 0.0320.0... | 0.0... | 0.0730.0... | N/A | N/A | | 18.605 |
| Boeing 747-4... | CF6-80C2B... | #1 JL | Takeoff | 172... | 0.0... | 0.0... | 0.0040.0... | 0.0... | 1.2570.0... | 0.002 | 0.002 | | 54.663 |
| Boeing 747-4... | CF6-80C2B... | #1 JL | Climb... | 164... | 0.0... | 0.0... | 0.0030.0... | 0.0... | 0.9790.0... | 0.002 | 0.002 | | 52.110 |
| Boeing 747-4... | CF6-80C2B... | #1 JL | Appro... | 69.065 | 0.0... | 0.0... | 0.0060.0... | 0.0... | 0.1990.0... | N/A | N/A | | 21.891 |
| Boeing 747-4... | CF6-80C2B... | #1 JL | Taxi In | 16.477 | 0.0... | 0.0... | 0.0070.0... | 0.0... | 0.0240.0... | N/A | N/A | | 5.222 |
| Boeing 757-2... | PW2037 | #1 JS | Startup | N/A | N/A | 0.5... | 0.6140.6... | 0.6... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 757-2... | PW2037 | #1 JS | Taxi ... | 541... | 4.3... | 0.3... | 0.4280.4... | 0.4... | 0.5650.2... | 0.005 | 0.005 | | 171.709 |
| Boeing 757-2... | PW2037 | #1 JS | Takeoff | 1,34... | 0.1... | 0.0... | 0.0110.0... | 0.0... | 10...0.5... | 0.015 | 0.015 | | 426.871 |
| Boeing 757-2... | PW2037 | #1 JS | Climb... | 1,04... | 0.1... | 0.0... | 0.0090.0... | 0.0... | 8.0240.3... | 0.020 | 0.020 | | 331.334 |
| Boeing 757-2... | PW2037 | #1 JS | Appro... | 706... | 1.1... | 0.0... | 0.0920.0... | 0.0... | 1.5930.2... | 0.007 | 0.007 | | 223.973 |
| Boeing 757-2... | PW2037 | #1 JS | Taxi In | 225... | 0.8... | 0.0... | 0.0810.0... | 0.0... | 0.5600.0... | 0.002 | 0.002 | | 71.364 |
| Boeing 767-3... | PW4060 Re... | #1 JM | Startup | N/A | N/A | 1.4... | 1.6531.6... | 1.6... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 767-3... | PW4060 Re... | #1 JM | Taxi ... | 1,56... | 11... | 0.9... | 1.0691.0... | 1.0... | 1.9480.5... | 0.018 | 0.018 | | 495.591 |
| Boeing 767-3... | PW4060 Re... | #1 JM | Takeoff | 4,60... | 0.7... | 0.1... | 0.1240.1... | 0.1... | 38...1.7... | 0.079 | 0.079 | | 1,460.010 |
| Boeing 767-3... | PW4060 Re... | #1 JM | Climb... | 2,45... | 0.3... | 0.0... | 0.0680.0... | 0.0... | 19...0.9... | 0.035 | 0.035 | | 778.396 |
| Boeing 767-3... | PW4060 Re... | #1 JM | Appro... | 2,22... | 2.5... | 0.2... | 0.2370.2... | 0.2... | 6.3210.8... | 0.022 | 0.022 | | 705.965 |
| Boeing 767-3... | PW4060 Re... | #1 JM | Taxi In | 667... | 2.1... | 0.1... | 0.2090.2... | 0.2... | 1.9280.2... | 0.008 | 0.008 | | 211.665 |
| Boeing 767-400 | CF6-80C2B... | #1 JM | Startup | N/A | N/A | 0.0... | 0.0510.0... | 0.0... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 767-400 | CF6-80C2B... | #1 JM | Taxi ... | 46.732 | 0.2... | 0.0... | 0.0220.0... | 0.0... | 0.0550.0... | N/A | N/A | | 14.812 |
| Boeing 767-400 | CF6-80C2B... | #1 JM | Takeoff | 113... | 0.0... | 0.0... | 0.0020.0... | 0.0... | 0.7740.0... | 0.005 | 0.005 | | 35.857 |
| Boeing 767-400 | CF6-80C2B... | #1 JM | Climb... | 101... | 0.0... | 0.0... | 0.0020.0... | 0.0... | 0.6900.0... | 0.004 | 0.004 | | 32.025 |
| Boeing 767-400 | CF6-80C2B... | #1 JM | Appro... | 95.919 | 0.0... | 0.0... | 0.0040.0... | 0.0... | 0.3100.0... | N/A | N/A | | 30.402 |
| Boeing 767-400 | CF6-80C2B... | #1 JM | Taxi In | 28.415 | 0.0... | 0.0... | 0.0060.0... | 0.0... | 0.0770.0... | N/A | N/A | | 9.006 |
| Boeing 777-2... | PW4077 | #1 JL | Startup | N/A | N/A | 0.0... | 0.0130.0... | 0.0... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing 777-2... | PW4077 | #1 JL | Taxi ... | 11.696 | 0.0... | 0.0... | 0.0140.0... | 0.0... | 0.0120.0... | N/A | N/A | | 3.707 |
| Boeing 777-2... | PW4077 | #1 JL | Takeoff | 39.230 | 0.0... | 0.0... | 0.0020.0... | 0.0... | 0.3980.0... | 0.001 | 0.001 | | 12.434 |
| Boeing 777-2... | PW4077 | #1 JL | Climb... | 30.156 | 0.0... | 0.0... | 0.0010.0... | 0.0... | 0.3080.0... | 0.000 | 0.000 | | 9.558 |
| Boeing 777-2... | PW4077 | #1 JL | Appro... | 22.336 | 0.0... | 0.0... | 0.0020.0... | 0.0... | 0.0730.0... | 0.000 | 0.000 | | 7.080 |
| Boeing 777-2... | PW4077 | #1 JL | Taxi In | 3.123 | 0.0... | 0.0... | 0.0030.0... | 0.0... | 0.0040.0... | N/A | N/A | | 0.990 |
| Boeing MD-11 | CF6-80C2D... | #1 JL | Startup | N/A | N/A | 0.2... | 0.2540.2... | 0.2... | N/A | N/A | N/A | | N/A |
| Boeing MD-11 | CF6-80C2D... | #1 JL | Taxi ... | 229... | 1.4... | 0.1... | 0.1300.1... | 0.1... | 0.2830.0... | N/A | N/A | | 72.636 |
| Boeing MD-11 | CF6-80C2D... | #1 JL | Takeoff | 850... | 0.0... | 0.0... | 0.0160.0... | 0.0... | 6.1140.3... | 0.011 | 0.011 | | 269.529 |
| Boeing MD-11 | CF6-80C2D... | #1 JL | Climb... | 290... | 0.0... | 0.0... | 0.0060.0... | 0.0... | 1.5670.1... | 0.003 | 0.003 | | 92.193 |
| Boeing MD-11 | CF6-80C2D... | #1 JL | Appro... | 315... | 0.3... | 0.0... | 0.0260.0... | 0.0... | 0.8560.1... | N/A | N/A | | 99.923 |
| Boeing MD-11 | CF6-80C2D... | #1 JL | Taxi In | 68.965 | 0.3... | 0.0... | 0.0340.0... | 0.0... | 0.0930.0... | N/A | N/A | | 21.859 |
| Embraer ERJ... | CF34-8E5 L... | #1 JR | Startup | N/A | N/A | 0.4... | 0.4940.4... | 0.4... | N/A | N/A | N/A | | N/A |

| Type | Engine | ID | Eur... | Mode | CO2 | CO T... | N... | V... | T... | N... | S... | P... | P... | Fuel C... | |
|----------------|---------------|----|--------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------|-----------|---------|
| Embraer ERJ... | CF34-8E5 L... | #1 | JR | Taxi ... | 274... | 1.7... | 0.0... | 0.0150 | 0.0... | 0.0... | 0.3220 | 1... | N/A | N/A | 86.934 |
| Embraer ERJ... | CF34-8E5 L... | #1 | JR | Takeoff | 403... | 0.0... | 0.0... | 0.0030 | 0.0... | 0.0... | 1.5180 | 1... | 0.006 | 0.006 | 127.965 |
| Embraer ERJ... | CF34-8E5 L... | #1 | JR | Climb... | 369... | 0.0... | 0.0... | 0.0030 | 0.0... | 0.0... | 1.4240 | 1... | 0.002 | 0.002 | 117.273 |
| Embraer ERJ... | CF34-8E5 L... | #1 | JR | Appro... | 294... | 0.7... | 0.0... | 0.0090 | 0.0... | 0.0... | 0.6830 | 1... | N/A | N/A | 93.276 |
| Embraer ERJ... | CF34-8E5 L... | #1 | JR | Taxi In | 76.590 | 0.3... | 0.0... | 0.0030 | 0.0... | 0.0... | 0.1380 | 0... | N/A | N/A | 24.276 |
| Embraer ERJ... | CF34-10E | #1 | JR | Startup | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Embraer ERJ... | CF34-10E | #1 | JR | Taxi ... | 396... | 2.4... | 0.0... | 0.0210 | 0.0... | 0.0... | 0.3630 | 1... | N/A | N/A | 125.774 |
| Embraer ERJ... | CF34-10E | #1 | JR | Takeoff | 790... | 0.1... | 0.0... | 0.0070 | 0.0... | 0.0... | 4.4520 | 2... | N/A | N/A | 250.428 |
| Embraer ERJ... | CF34-10E | #1 | JR | Climb... | 565... | 0.1... | 0.0... | 0.0050 | 0.0... | 0.0... | 3.2740 | 2... | N/A | N/A | 179.373 |
| Embraer ERJ... | CF34-10E | #1 | JR | Appro... | 552... | 0.8... | 0.0... | 0.0130 | 0.0... | 0.0... | 1.2210 | 2... | N/A | N/A | 175.154 |
| Embraer ERJ... | CF34-10E | #1 | JR | Taxi In | 144... | 0.5... | 0.0... | 0.0050 | 0.0... | 0.0... | 0.2660 | 0... | N/A | N/A | 45.815 |

Tabla 10: Emisiones por tipo de GSE

AEROPUERTO GYE Generated: 08/08/13 17:49:46 Page 1 of 1

GSE Population Emissions Inventory (Metric Tons per Year) Alternative 1 - Simon Bolivar Intl 2012

| Type | Fuel | Ref. Model | ID | CO | T... | N... | V... | T... | NOx | S... | P... | P... |
|-----------------|----------|--|----|--------|------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|
| Air Conditi... | Elect... | ACE 802 | #1 | 0.0... | N/A | 0.000 | 0.0... | 0.0... | 0.000 | 0.0... | 0.000 | 0.000 |
| Air Start | Diesel | ACE 180 | #1 | 3.2... | N/A | 0.640 | 0.6... | 0.6... | 12... | 0.0... | 0.482 | 0.488 |
| Aircraft Tra... | Diesel | Stewart_Stevenson TUG GT-35, Dou... | #1 | 0.7... | N/A | 0.158 | 0.1... | 0.1... | 2.182 | 0.0... | 0.140 | 0.136 |
| Aircraft Tra... | Diesel | Stewart_Stevenson TUG GT-50H | #1 | 0.2... | N/A | 0.054 | 0.0... | 0.0... | 0.740 | 0.0... | 0.048 | 0.046 |
| Aircraft Tra... | Diesel | Stewart_Stevenson TUG MC | #1 | 0.2... | N/A | 0.046 | 0.0... | 0.0... | 0.640 | 0.0... | 0.041 | 0.040 |
| Aircraft Tra... | Diesel | Stewart_Stevenson TUG T-750 | #1 | 3.4... | N/A | 0.753 | 0.8... | 0.8... | 10... | 0.0... | 0.668 | 0.648 |
| Baggage Tr... | Diesel | Stewart_Stevenson TUG MA 50 | #1 | 1.4... | N/A | 0.117 | 0.1... | 0.1... | 1.485 | 0.0... | 0.179 | 0.174 |
| Belt Loader | Diesel | Stewart_Stevenson TUG 660 | #1 | 0.7... | N/A | 0.096 | 0.1... | 0.1... | 1.246 | 0.0... | 0.107 | 0.104 |
| Cabin Servi... | Diesel | Hi-Way F650 | #1 | 1.0... | N/A | 0.643 | 0.6... | 0.6... | 2.048 | 0.0... | 0.105 | 0.102 |
| Cargo Loader | Diesel | FMC Commander 15 | #1 | 1.2... | N/A | 0.318 | 0.3... | 0.3... | 2.228 | 0.0... | 0.273 | 0.265 |
| Catering Tru... | Diesel | Hi-Way / TUG 660 chasis | #1 | 0.0... | N/A | 0.028 | 0.0... | 0.0... | 0.090 | 0.0... | 0.005 | 0.004 |
| Catering Tru... | Diesel | Hi-Way F650 | #1 | 0.3... | N/A | 0.196 | 0.2... | 0.2... | 0.623 | 0.0... | 0.032 | 0.031 |
| Fuel Truck | Diesel | F750, Dukes Transportation Services... | #1 | 0.0... | N/A | 0.016 | 0.0... | 0.0... | 0.112 | 0.0... | 0.003 | 0.003 |
| Ground Po... | Diesel | TLD, 28 VDC | #1 | 0.0... | N/A | 0.021 | 0.0... | 0.0... | 0.286 | 0.0... | 0.019 | 0.018 |
| Ground Po... | Diesel | TLD, 400 Hz AC | #1 | 0.2... | N/A | 0.061 | 0.0... | 0.0... | 0.831 | 0.0... | 0.054 | 0.052 |
| Hydrant Truck | Diesel | F250 / F350 | #1 | 1.1... | N/A | 0.443 | 0.4... | 0.4... | 4.117 | 0.0... | 0.145 | 0.140 |
| Lavatory Tr... | Diesel | TLD 1410 | #1 | 0.0... | N/A | 0.035 | 0.0... | 0.0... | 0.310 | 0.0... | 0.009 | 0.008 |
| Lavatory Tr... | Diesel | Wollard TLS-770 / F350 | #1 | 0.6... | N/A | 0.250 | 0.2... | 0.2... | 2.232 | 0.0... | 0.081 | 0.059 |
| Service Truck | Diesel | F250 / F350 | #1 | 0.1... | N/A | 0.061 | 0.0... | 0.0... | 0.494 | 0.0... | 0.011 | 0.011 |
| Water Servi... | Elect... | Gate Service | #1 | 0.0... | N/A | 0.000 | 0.0... | 0.0... | 0.000 | 0.0... | 0.000 | 0.000 |

Tabla 11: Emisiones de las fuentes móviles (vehiculares)

AEROPUERTO GYE Generated: 08/08/13 17:49:46 Page 1 of 1

Vehicular Source Emissions Inventory (Metric Tons per Year) Alternative 1 - Simon Bolivar Intl 2012

| Name | Type | CO | THC | NMHC | VOC | TOG | NOx | SOx | PM-10 | PM-2.5 |
|------------------|---------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| PARQUEO1JJO | Parking | 1.840 | N/A | 0.295 | 0.297 | 0.311 | 0.216 | 0.001 | 0.006 | 0.003 |
| PARQUEO2JJO | Parking | 7.694 | N/A | 1.232 | 1.243 | 1.300 | 0.902 | 0.006 | 0.024 | 0.014 |
| PARQUEO3JJO | Parking | 1.254 | N/A | 0.201 | 0.203 | 0.212 | 0.147 | 0.001 | 0.004 | 0.002 |
| PARQUEO4JJO | Parking | 3.429 | N/A | 0.549 | 0.554 | 0.579 | 0.402 | 0.002 | 0.010 | 0.006 |
| PARQUEO5JJO | Parking | 3.261 | N/A | 0.522 | 0.527 | 0.551 | 0.382 | 0.002 | 0.010 | 0.006 |
| PARQUEO6JJO | Parking | 1.254 | N/A | 0.201 | 0.203 | 0.212 | 0.147 | 0.001 | 0.004 | 0.002 |
| Parqueo terminal | Roadway | 2.749 | N/A | 0.254 | 0.258 | 0.270 | 0.415 | 0.004 | 0.017 | 0.010 |

Tabla 12: Emisiones de fuentes Fijas

| AEROPUERTO GYE | | Generated: 08/08/13 17:49:46 | | | | | | | | | Page 1 of 1 |
|--|-------------------|------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------|
| Stationary Source Emissions Inventory | | | | | | | | | | | |
| (Metric Tons per Year) | | | | | | | | | | | |
| Alternative 1 - Simon Bolivar Intl 2012 | | | | | | | | | | | |
| Name | Type | CO | THC | NMHC | VOC | TOG | NOx | SOx | PM-10 | PM-2.5 | |
| incinerador d. solid | Stationary Source | 0.000 | N/A | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Training Fire | Training Fire | 0.813 | N/A | 0.034 | 0.029 | 0.172 | 0.006 | 0.001 | 0.218 | 0.218 | |

De los resultados obtenidos se puede destacar que del total de emisiones de Monóxido de Carbono (CO), aproximadamente el 62% es generado por el equipo de apoyo en tierra (GSE) mientras que el 27% es generado por las aeronaves, esto concuerda con evaluaciones similares como la realizada por Escobar (2007) para la actualización del inventario de emisiones en Santiago de Chile, en que se determina que la contribución del equipo de apoyo en tierra a las emisiones de CO, en el sector aeroportuario, es del 66%. El total de emisiones de Monóxido de carbono (CO) del Aeropuerto José Joaquín de Olmedo, es de 253.736 Ton para el año 2012, valor que es mucho menor al correspondiente para los aeropuertos de Santiago de Chile (1944.3 Ton) (Escobar, 2007) y de Bogotá (1626.7 Ton) (Tirado, 2010). El total de las emisiones de CO₂ corresponde en su totalidad al generado por las aeronaves. Al no ser éste un contaminante criterio, su cuantificación en los inventarios de emisiones no es usual. Escobar (2007) y Tirado (2010) no cuantifican las emisiones de CO₂ en sus estudios, mientras que en Reino Unido, Stettler (2011) reporta que las emisiones de CO₂ alcanzaron 2.42 E+09 kg, con una aportación de las aeronaves del 83% del total. Es importante inventariar las emisiones de CO₂ debido a su potencial como gas de efecto invernadero.

Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC) corresponden es su mayoría a las aeronaves (52%) seguidas por el equipo de apoyo en tierra (34%). Como referencia se puede indicar que en el aeropuerto de Santiago de Chile, el 77% de las emisiones de VOC corresponde a emisiones de las aeronaves mientras que el equipo de apoyo en tierra representa el 20% aproximadamente del total (Escobar, 2007).

Las emisiones de material particulado PM2.5 y PM10, en el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de Guayaquil, provienen en su mayoría del equipo de apoyo en tierra, en ambos casos, aproximadamente el 64%; mientras que las emisiones particuladas generadas por las aeronaves, no exceden del 13% del total en ningún caso. Como referencia se puede citar que en el año 2005, en el aeropuerto de Santiago de Chile, se determinó que el equipo de apoyo en tierra (GSE) generaba el 92% del total de PM2.5 anual y el 86% de PM10 (Escobar, 2007). En Reino Unido, anualmente, las aeronaves generan un 62.2% del total de PM2.5, siendo la mayor aportación mientras que el equipo de apoyo en tierra genera apenas el 28% (Stretter, 2011).

Las emisiones de SO_x en el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo, corresponden en su mayoría (91%) a las generadas por las aeronaves, las emisiones de GSE y APU son despreciables, concordando con lo analizado en aeropuerto de Santiago de Chile, 80% aproximadamente (Escobar, 2007), y en todo el sector aeroportuario en Reino Unido (Stretter, 2011). La cantidad generada en el año 2012 en el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de Guayaquil, fue de 16.2 Ton, como referencia el aeropuerto de Santiago de Chile genera 45.5 Ton de SO_x al año y en Bogotá, las aeronaves en el Aeropuerto el Dorado generan anualmente 70.5 Ton (Tirado, 2010), medidas como SO₂.

Las emisiones de NO_x para el José Joaquín de Olmedo, corresponden en un 74% (aprox.) a emisiones de las aeronaves, mientras que las del GSE combinadas con APU, son el 22% del total. Según Escobar (2007) en el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez de la ciudad de Santiago de Chile, las emisiones de NO_x corresponden en 82% a aeronaves; en Reino Unido (Stretter, 2011) las aeronaves representan un 80% de las emisiones totales de NO_x en el sector aeroportuario. Según lo determinado en este estudio, en el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo, se generaron en el año 2012, 263.4 Ton de NO_x, mientras que en otros aeropuertos de la región como el de Santiago de Chile, este valor excede las 500 Ton anuales (Escobar, 2007) y en Bogotá, excede las 1000 Toneladas (Tirado, 2010).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo de grado ha cumplido con el objetivo general de inventariar las emisiones generadas por el aeropuerto José Joaquín de Olmedo de la ciudad de Guayaquil, así como de las emisiones de los equipos de apoyo en tierra y las fuentes estacionarias.

CONCLUSIONES

En general se puede concluir que los resultados obtenidos con la presente tesis son concordantes con otros estudios realizados en aeropuertos de la región pero difieren de los resultados reportados en varios estudios como el realizado por Stretter para el sector aeroportuario de Reino Unido (2011) o el de Unal *et al.* (2005) realizado para el Aeropuerto Internacional Hartsfield – Jackson de la ciudad de Atlanta (USA), en el cual, la mayor parte de las emisiones aeroportuarias de los gases aquí analizados, corresponden a las aeronaves.

En cuanto a las emisiones durante las fases del ciclo LTO y de crucero, se presentan en la TABLA 9 y generalmente se cumple que:

- En el caso del CO, las emisiones son mayores durante la fase de despegue (Take off).
- En el caso del CO₂, las emisiones son mayores durante el tiempo conocido como Taxi Out. Esto concuerda con lo observado en los estudios realizados por Sang-Keung y Zang-Ho (2012) en cuatro aeropuertos internacionales en Corea del Sur.

- En el caso del material particulado PM2.5 y PM10, en la mayoría de las aeronaves, las emisiones son mayores durante la fase despegue (Take off).
- En el caso de las emisiones de SOx, en la mayoría de las aeronaves, las emisiones son mayores durante la fase de despegue (Take off).
- En el caso de las emisiones de NOx, en la totalidad de las aeronaves, las emisiones son mayores durante la fase de despegue (Take off).

Respecto a la estimación cuantitativa de las emisiones del sistema de manejo aeroportuario:

- Se puede concluir del presente trabajo de grado que las emisiones asociadas con el manejo y operatividad del sistema aeroportuario de la ciudad de Guayaquil, son especialmente importantes en el caso de los contaminantes criterio o de referencia Monóxido de Carbono y del material particulado (PM2.5 y PM10), con un porcentaje mayor de contribución respecto al total anual.

RECOMENDACIONES

Respecto a la elaboración de recomendaciones complementarias al Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del aeropuerto:

- Se recomienda complementar el presente estudio, con unos análisis complementarios de la dispersión atmosférica de los contaminantes analizados, para determinar la probable afectación a los alrededores. Para esto, la bibliografía especializada recomienda contar

con información estadística de parámetros meteorológicos de, por lo menos, los últimos 5 años.

- Se recomienda realizar un estudio general de las emisiones de los gases analizados en este estudio, en la ciudad de Guayaquil, para poder determinar el porcentaje que representan las emisiones aeroportuarias del total.

- Se recomienda actualizar el inventario de emisiones de la ciudad de Guayaquil, general y aeroportuario por lo menos cada dos años a fin de observar el crecimiento o decrecimiento de las mismas. Brasseur *et al.* (1998) estimó que en Europa, la contribución de las emisiones aeroportuarias al total de emisiones de CO₂ era de 3 a 4%, con tendencia a crecer, siendo importante calcular el total de emisiones de CO₂ por sector al ser este un gas de efecto invernadero.

- Se recomienda realizar estudios específicos en sitio, para determinar con mayor exactitud las emisiones y concentraciones ambiente de los gases analizados en este estudio, en el aeropuerto y los alrededores. Con estos datos se podría desarrollar y calibrar el modelo de dispersión de contaminantes.

- Desarrollar políticas y regulaciones locales para el control de las emisiones aeroportuarias, la regulación ambiental existente (TULSMA) establece parámetros de control únicamente para los niveles de ruido generados en aeropuertos.

- Se recomienda analizar los resultados de emisiones en función del tamaño de avión y del número de pasajeros transportados por tipo de avión durante un año de operación del JJO.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrawal H. et al. (2008). Characterization of chemical and particulate emissions from aircraft engines.
- Bill R. (1995). Environmental Engineering, 1st Edition, PWS Publishing Company.
- Brasseur G.P et al (2008). European Scientific assessment of the atmospheric effects of aircraft emissions.
- Chapra S., Canale Raymond (2007) Métodos numéricos para ingenieros, 5ta. Edición, McGraw-Hill Interamericana.
- Escobar J. et al. (2006). Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana 2005, Chile.
- Espert Alemany V., López Jiménez P. A. (2004) Dispersión de contaminantes en la atmósfera, 1ra Edición, Alfaomega-Universidad Politécnica de Valencia.
- Henry G., Heinke G. (2010) Environmental Science and Engineering, 2nd. Edition, Pearson Education I. Prentice Hall, Eastern Economy Edition.
- Kiely G. (2007) Environmental Engineering, Indian Special Edition, Tata McGraw-Hill.

- Kurniawan J.S. & Khardi S. (2010). Comparison of methodologies estimating emissions of aircraft pollutants, environmental impacts assessment around airports.
- Londoño James, Correa Mauricio y Palacio Carlos Alberto (2011) Estimación de las Emisiones de Contaminantes Atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de Envigado, Colombia, Revista EIA No. 16, 149-162, Escuela de Ingeniería de Antioquía, Medellín (Colombia).
- Lyons y Scott (1990), Principles de Air Pollution Meteorology, 1ra. Edición, Belhaven Press.
- Masters G., Ela W. (2008) Environmental Engineering and Science, 3ra Edición, Prentice-Hall Inc. (ahora Pearson Education Inc.).
- Mazaheri M. et al. (2010). An Inventory of particle and gaseous emissions from large aircraft thrust engine operations at an airport.
- Ministerio del Ambiente, República del Ecuador, Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, Libro VI Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de emisión.
- Ministerio del Ambiente, República del Ecuador, Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, Libro VI Anexo 4: Norma de calidad del aire ambiente.
- Ministerio del Ambiente, República del Ecuador, Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, Libro VI Anexo 5: Límites permisibles

de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones.

- Municio J. (CONAMA 10). Elaboración de inventarios de emisiones en aeropuertos.
- Nevers, Noel (1996) Air Pollution control Engineering, McGraw-Hill Edition.
- Osses M., Dursbeck F., Corvalán R. (2011) Modelo de Emisión de Contaminantes Atmosféricos producidos por el transporte urbano: El Caso de Santiago de Chile.
- Pham V. V. (2010). Aviation emission inventory development and analysis.
- Pierra Conde A., Casals I., Montes de Oca L., (2010) Modelación de emisiones de partículas debidas al transporte de mineral en minas a cielo abierto.
- Ramírez Sánchez H., Andrade M., González M. (2011) La Contaminación Atmosférica en el área urbana de Guadalajara, Jalisco y su influencia en infecciones agudas de las vías respiratorias en menores de cinco años.
- Sawyer C., McCarty P., Parkin G. (2003) Chemistry for Environmental Engineering and Science, 5th Edition, Tata McGraw-Hill Edition.
- Seinfeld J. (1986) Atmospheric Chemistry and Physics of air pollution, 1ra Edición, Wiley-Interscience.

- Song S-K & Shon Z-H. (2012). Emissions of greenhouse gases and air pollutants from comercial aircraft at international airports in Korea.
- Stettler M.E.J. et al. (2011). Air quality and public health impacts ok UK airports. Part I: Emissions.
- Tirado M. (2010). Actualización de inventario de emisiones atmosféricas producidas por aviones comerciales en el aeropuerto El Dorado de Bogotá D.C. y políticas para disminución del impacto ambiental. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Unal A., Hu Y., Chang M., Talat Odman M., Russell A. (2005). Airport related emissions and impacts on air quality: Application to the Atlanta International Airport.
- Zárate E., Belalcázar L., Clappiera A., Manzib V., Berghet H. (2007). Air quality modelling over Bogota, Colombia: Combined techniques to estimate and evaluate emission inventories.
- Zhu Y. et al (2011). Aircraft emissions and local air quality impacts from takeoff activities at a large International Airport.

ANEXOS

A1: Reporte del estudio emitido por el programa EDMS

A2: Actividades y emisiones de las aeronaves.

EDMS 5.1.3 Model Inputs for AEROPUERTO GYE Study

Study Created: Sun Dec 31 14:04:05 2006
Report Date: Tue Aug 20 11:15:25 2013
Study Pathname: C:\Users\Merye\Desktop\TRABAJO DE GRADO\ARCHIVOS FINALES\EDMS\AEROPUERTO GYE\AEROPUERTO GYE.edm

Study Setup

Unit System: Metric
Dispersion Modeling: Dispersion is not enabled for this study
Speciated Organic Gas (OG) Modeling: Speciated Organic Gas (OG) Emissions are excluded from this study.
Analysis Years: 2012

Scenarios

| | | |
|---------------------------------|---|---|
| Scenario Name: Alternative 1 | Description: Aircraft Times in Mode Basis: Taxi Time Modeling: FOA3 Sulfur-to-Sulfate Conversion Rate: | Add a description. Performance-Based Delay & Sequencing Model 0.500000 % |
| Scenario Name: Baseline | Description: Aircraft Times in Mode Basis: Taxi Time Modeling: FOA3 Sulfur-to-Sulfate Conversion Rate: | Add a description. Performance-Based Delay & Sequencing Model 0.500000 % |

Airports

Airport Name: Simon Bolivar Intl
ATA Code: GYE
ICAO Code: SEGU
FAA Code:
Country: EC
State:
City: Guayaquil
Airport Description: Simon Bolivar Intl
Latitude: -2.157°
Longitude: -79.884°
Northing: 9761493.71
Easting: 624152.46
UTM Zone: 17
Elevation: 19.00 feet
PM Modeling Methodology: FOA3

Scenario-Airport: Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Weather

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Mixing Height: 914.40 meters
Temperature: 25.06 °C
Daily High Temperature: 30.81 °C
Daily Low Temperature: 19.31 °C
Pressure: 101015.96 Pa
Sea Level Pressure: 101049.82 Pa
Relative Humidity: 73.93
Wind Speed: 9.41 kph
Wind Direction: 196.00 °
Ceiling: 30480.00 m
Visibility: 80.47 km
The user has used annual averages.

Base Elevation: 5.79 meters
Date Range: Thursday, January 01, 2004 to Friday, December 31, 2004
Source Data File Location:
Upper Air Data File Location:

Quarter-Hourly Operational Profiles

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Name: DEFAULT

| Quarter-Hour | Weight | Quarter-Hour | Weight | Quarter-Hour | Weight | Quarter-Hour | Weight |
|---------------------|----------|--------------------|----------|---------------------|----------|--------------------|----------|
| 12:00am to 12:14 am | 1.000000 | 6:00am to 6:14am | 1.000000 | 12:00pm to 12:14 pm | 1.000000 | 6:00pm to 6:14pm | 1.000000 |
| 12:15am to 12:29 am | 1.000000 | 6:15am to 6:29am | 1.000000 | 12:15pm to 12:29 pm | 1.000000 | 6:15pm to 6:29pm | 1.000000 |
| 12:30am to 12:44 am | 1.000000 | 6:30am to 6:44am | 1.000000 | 12:30pm to 12:44 pm | 1.000000 | 6:30pm to 6:44pm | 1.000000 |
| 12:45am to 12:59 am | 1.000000 | 6:45am to 6:59am | 1.000000 | 12:45pm to 12:59 pm | 1.000000 | 6:45pm to 6:59pm | 1.000000 |
| 1:00am to 1:14am | 1.000000 | 7:00am to 7:14am | 1.000000 | 1:00pm to 1:14pm | 1.000000 | 7:00pm to 7:14pm | 1.000000 |
| 1:15am to 1:29am | 1.000000 | 7:15am to 7:29am | 1.000000 | 1:15pm to 1:29pm | 1.000000 | 7:15pm to 7:29pm | 1.000000 |
| 1:30am to 1:44am | 1.000000 | 7:30am to 7:44am | 1.000000 | 1:30pm to 1:44pm | 1.000000 | 7:30pm to 7:44pm | 1.000000 |
| 1:45am to 1:59am | 1.000000 | 7:45am to 7:59am | 1.000000 | 1:45pm to 1:59pm | 1.000000 | 7:45pm to 7:59pm | 1.000000 |
| 2:00am to 2:14am | 1.000000 | 8:00am to 8:14am | 1.000000 | 2:00pm to 2:14pm | 1.000000 | 8:00pm to 8:14pm | 1.000000 |
| 2:15am to 2:29am | 1.000000 | 8:15am to 8:29am | 1.000000 | 2:15pm to 2:29pm | 1.000000 | 8:15pm to 8:29pm | 1.000000 |
| 2:30am to 2:44am | 1.000000 | 8:30am to 8:44am | 1.000000 | 2:30pm to 2:44pm | 1.000000 | 8:30pm to 8:44pm | 1.000000 |
| 2:45am to 2:59am | 1.000000 | 8:45am to 8:59am | 1.000000 | 2:45pm to 2:59pm | 1.000000 | 8:45pm to 8:59pm | 1.000000 |
| 3:00am to 3:14am | 1.000000 | 9:00am to 9:14am | 1.000000 | 3:00pm to 3:14pm | 1.000000 | 9:00pm to 9:14pm | 1.000000 |
| 3:15am to 3:29am | 1.000000 | 9:15am to 9:29am | 1.000000 | 3:15pm to 3:29pm | 1.000000 | 9:15pm to 9:29pm | 1.000000 |
| 3:30am to 3:44am | 1.000000 | 9:30am to 9:44am | 1.000000 | 3:30pm to 3:44pm | 1.000000 | 9:30pm to 9:44pm | 1.000000 |
| 3:45am to 3:59am | 1.000000 | 9:45am to 9:59am | 1.000000 | 3:45pm to 3:59pm | 1.000000 | 9:45pm to 9:59pm | 1.000000 |
| 4:00am to 4:14am | 1.000000 | 10:00am to 10:14am | 1.000000 | 4:00pm to 4:14pm | 1.000000 | 10:00pm to 10:14pm | 1.000000 |
| 4:15am to 4:29am | 1.000000 | 10:15am to 10:29am | 1.000000 | 4:15pm to 4:29pm | 1.000000 | 10:15pm to 10:29pm | 1.000000 |
| 4:30am to 4:44am | 1.000000 | 10:30am to 10:44am | 1.000000 | 4:30pm to 4:44pm | 1.000000 | 10:30pm to 10:44pm | 1.000000 |
| 4:45am to 4:59am | 1.000000 | 10:45am to 10:59am | 1.000000 | 4:45pm to 4:59pm | 1.000000 | 10:45pm to 10:59pm | 1.000000 |
| 5:00am to 5:14am | 1.000000 | 11:00am to 11:14am | 1.000000 | 5:00pm to 5:14pm | 1.000000 | 11:00pm to 11:14pm | 1.000000 |
| 5:15am to 5:29am | 1.000000 | 11:15am to 11:29am | 1.000000 | 5:15pm to 5:29pm | 1.000000 | 11:15pm to 11:29pm | 1.000000 |
| 5:30am to 5:44am | 1.000000 | 11:30am to 11:44am | 1.000000 | 5:30pm to 5:44pm | 1.000000 | 11:30pm to 11:44pm | 1.000000 |
| 5:45am to 5:59am | 1.000000 | 11:45am to 11:59am | 1.000000 | 5:45pm to 5:59pm | 1.000000 | 11:45pm to 11:59pm | 1.000000 |

Daily Operational Profiles

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Name: DEFAULT

| Day | Weight | Day | Weight |
|-----------|----------|----------|----------|
| Monday | 1.000000 | Friday | 1.000000 |
| Tuesday | 1.000000 | Saturday | 1.000000 |
| Wednesday | 1.000000 | Sunday | 1.000000 |
| Thursday | 1.000000 | | |

Monthly Operational Profiles

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Name: DEFAULT

| Month | Weight | Month | Weight |
|----------|----------|-----------|----------|
| January | 1.000000 | July | 1.000000 |
| February | 1.000000 | August | 1.000000 |
| March | 1.000000 | September | 1.000000 |
| April | 1.000000 | October | 1.000000 |
| May | 1.000000 | November | 1.000000 |
| June | 1.000000 | December | 1.000000 |

Name: CALENDARIO

| Month | Weight | Month | Weight |
|----------|----------|-----------|----------|
| January | 0.980000 | July | 0.870000 |
| February | 0.920000 | August | 0.900000 |
| March | 1.000000 | September | 0.860000 |
| April | 0.860000 | October | 0.910000 |
| May | 0.860000 | November | 0.880000 |
| June | 0.850000 | December | 0.900000 |

Aircraft

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Default Taxi Out Time: 19.000000 min
 Default Taxi In Time: 7.000000 min
 Year: 2012
 Uses Schedule? No

Schedule Filename:
 (None)

Aircraft Name: ATR 42-200
 Engine Type: PW120
 Identification: #1
 Category: SCTP
 Take Off weight: 14061.00 Kgs
 Approach Weight: 13835.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: None
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG MC) | Diesel | 0.00 | 5.00 | 86.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 15.00 | 15.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way / TUG 660 chasis) | Diesel | 5.00 | 5.00 | 71.00 | 53.00 | |
| Fuel Truck (F750, Dukas Transportation Services, DART 3000 to 6000 gallon) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 175.00 | 25.00 | |
| Ground Power Unit (TLD, 28 VDC) | Diesel | 0.00 | 40.00 | 71.00 | 75.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |

Year: 2012
 Annual Departures: 642
 Annual Arrivals: 642
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Aircraft Name: Airbus A300C4-600 Series
 Engine Type: CF6-80C2A5 1862M39
 Identification: #1
 Category: HCJC
 Take Off weight: 146964.00 Kgs
 Approach Weight: 120592.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP331-200ER (143 HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-50H) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 190.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 60.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |

| | | | | | |
|---|----------|-------|-------|--------|-------|
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 17.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 40.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 25.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 344 |
| Annual Arrivals: | 344 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|--|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Arrival Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Arrival Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Arrival Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

Aircraft Name:
Airbus A318-100 Series
Engine Type:
CFM56-5B8/P SAC
Identification:
#1
Category:
LCJP

| | |
|------------------------|------------------------|
| Take Off weight: | 66270.00 Kgs |
| Approach Weight: | 56250.00 Kgs |
| Glide Slope: | 3.00° |
| APU Assignment: | APU GTCP 36-300 (80HP) |
| APU Departure OP Time: | 13.00 min |
| APU Arrival OP Time: | 13.00 min |
| Gate Assignment: | Gate (area) |

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-35, Douglas TBL-180) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 88.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 1618 |
| Annual Arrivals: | 1618 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: DEFAULT

Aircraft Name:
 Airbus A319-100 Series
 Engine Type:
 CFM56-5B6/P
 Identification:
 #1
 Category:
 LCJP

Take Off weight: 66270.00 Kgs
 Approach Weight: 56250.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP 36-300 (80HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-35, Douglas TBL-180) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 88.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
 2012

Annual Departures: 4815
 Annual Arrivals: 4815
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: DEFAULT

Aircraft Name:
 Airbus A320-100 Series
 Engine Type:
 CFM56-5-A1
 Identification:

Take Off weight: 70715.00 Kgs
 Approach Weight: 59421.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP 36-300 (80HP)

#1
 Category:
 LCJP

APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-35, Douglas TBL-180) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 88.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
 2012

Annual Departures: 5651
 Annual Arrivals: 5651
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: DEFAULT

Aircraft Name:
 Airbus A330-200 Series
 Engine Type:
 CF6-80C2B5F 1862M39
 Identification:
 #1
 Category:
 HCJP

Take Off weight: 212780.00 Kgs
 Approach Weight: 161116.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP 331-350
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 60.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 17.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 40.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |

| | | | | | |
|---|----------|-------|-------|--------|-------|
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 25.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 607 |
| Annual Arrivals: | 607 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|--|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Arrival Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Arrival Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Arrival Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Monthly Operational Profile: | DEFAULT |

Aircraft Name:
Airbus A340-300 Series
Engine Type:
CFM56-5B1/2P DAC-II
Identification:
#1
Category:
HCJP

| | |
|------------------------|------------------|
| Take Off weight: | 216636.00 Kgs |
| Approach Weight: | 162885.00 Kgs |
| Glide Slope: | 3.00° |
| APU Assignment: | APU GTCP 331-350 |
| APU Departure OP Time: | 13.00 min |
| APU Arrival OP Time: | 13.00 min |
| Gate Assignment: | Gate (area) |

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 60.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 17.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 40.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 25.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 366 |
| Annual Arrivals: | 366 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|---|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: DEFAULT

Aircraft Name:
 Airbus A340-600 Series
 Engine Type:
 Trent 556-61 Phase 5 tiled
 Identification:
 #1
 Category:
 HCJP

Take Off weight: 365000.00 Kgs
 Approach Weight: 230400.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP 331-350
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 60.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 17.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 40.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Ground Power Unit (TLD, 400 Hz AC) | Diesel | 0.00 | 50.00 | 194.00 | 75.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 25.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
 2012

Annual Departures: 366
 Annual Arrivals: 366
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: DEFAULT

Aircraft Name:
 Boeing 727-100 Series
 Engine Type:
 JT8D-17AR
 Identification:
 #1
 Category:

Take Off weight: 68039.00 Kgs
 Approach Weight: 58173.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP85-98 (200 HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min

LCJP APU Arrival OP Time: 13.00 min
Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-35, Douglas TBL-180) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 88.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year: 2012
Annual Departures: 2
Annual Arrivals: 2
Annual TGOs: 0
Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
Touch & Go Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Aircraft Name: Boeing 727-200 Series
Engine Type: JT8D-15A
Identification: #1
Category: LCJP
Take Off weight: 85729.00 Kgs
Approach Weight: 68991.00 Kgs
Glide Slope: 3.00°
APU Assignment: APU GTCP85-98 (200 HP)
APU Departure OP Time: 13.00 min
APU Arrival OP Time: 13.00 min
Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-35, Douglas TBL-180) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 88.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |

| | | | | | |
|------------------------------|----------|------|-------|--------|-------|
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 3 |
| Annual Arrivals: | 3 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|--|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Arrival Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Arrival Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Arrival Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

Aircraft Name:
Boeing 737-200 Series
Engine Type:
JT8D-15A
Identification:
#1
Category:
LCJP

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Take Off weight: | 45359.00 Kgs |
| Approach Weight: | 43681.00 Kgs |
| Glide Slope: | 3.00° |
| APU Assignment: | APU GTCP85-129 (200 HP) |
| APU Departure OP Time: | 13.00 min |
| APU Arrival OP Time: | 13.00 min |
| Gate Assignment: | Gate (area) |

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-35, Douglas TBL-180) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 88.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 2631 |
| Annual Arrivals: | 2631 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|--|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Arrival Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Arrival Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Arrival Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |

Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Aircraft Name:
 Boeing 737-300 Series
 Engine Type:
 CFM56-3-B1
 Identification:
 #1
 Category:
 LCJP

Take Off weight: 54386.00 Kgs
 Approach Weight: 46539.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP85-129 (200 HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-35, Douglas TBL-180) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 88.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
 2012

Annual Departures: 2158
 Annual Arrivals: 2158
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Aircraft Name:
 Boeing 737-500 Series
 Engine Type:
 CFM56-3C-1
 Identification:
 #1
 Category:
 LCJP

Take Off weight: 57561.00 Kgs
 Approach Weight: 45314.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP85-129 (200 HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-35, | Diesel | 0.00 | 8.00 | 88.00 | 80.00 | |

| | | | | | | |
|---|----------|-------|-------|--------|-------|--|
| Douglas TBL-180) | | | | | | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 473 |
| Annual Arrivals: | 473 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|--|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Arrival Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Arrival Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Arrival Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

Aircraft Name:
Boeing 737-800 Series
Engine Type:
CFM56-7B26
Identification:
#1
Category:
LCJP

| | |
|------------------------|--------------|
| Take Off weight: | 76022.00 Kgs |
| Approach Weight: | 59738.00 Kgs |
| Glide Slope: | 3.00° |
| APU Assignment: | APU 131-9 |
| APU Departure OP Time: | 13.00 min |
| APU Arrival OP Time: | 13.00 min |
| Gate Assignment: | Gate (area) |

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-35, Douglas TBL-180) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 88.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 477 |
| Annual Arrivals: | 477 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: DEFAULT

Aircraft Name:
 Boeing 747-200 Series
 Engine Type:
 CF6-50E2 Low emissions fuel nozzle
 Identification:
 #1
 Category:
 HCJP

Take Off weight: 328854.00 Kgs
 Approach Weight: 257187.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP 660 (300 HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 60.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 17.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 40.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 25.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
 2012

Annual Departures: 233
 Annual Arrivals: 233
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Aircraft Name:
 Boeing 747-300 Series
 Engine Type:

Take Off weight: 328854.00 Kgs
 Approach Weight: 257187.00 Kgs

CF6-80C2A5 1862M39
 Identification:
 #1
 Category:
 HCJP

Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP 660 (300 HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 60.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 17.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 40.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 25.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
 2012

Annual Departures: 1
 Annual Arrivals: 1
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Aircraft Name:
 Boeing 747-400 ER
 Engine Type:
 CF6-80C2B5F 1862M39
 Identification:
 #1
 Category:
 HCJP

Take Off weight: 379294.00 Kgs
 Approach Weight: 257187.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU PW901A
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 0.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 0.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 0.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 0.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |

| | | | | | |
|---|----------|------|-------|--------|-------|
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 0.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 0.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 0.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 133 |
| Annual Arrivals: | 133 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|--|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Arrival Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Arrival Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Arrival Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

Aircraft Name:
Boeing 757-200 Series
Engine Type:
PW2037
Identification:
#1
Category:
LCJP

| | |
|------------------------|----------------------------|
| Take Off weight: | 110314.00 Kgs |
| Approach Weight: | 80830.00 Kgs |
| Glide Slope: | 3.00° |
| APU Assignment: | APU GTCP331-200ER (143 HP) |
| APU Departure OP Time: | 13.00 min |
| APU Arrival OP Time: | 13.00 min |
| Gate Assignment: | Gate (area) |

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG GT-50H) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 190.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 37.00 | 38.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 24.00 | 24.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 12.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 3173 |
| Annual Arrivals: | 3173 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|---|---------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |

Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Aircraft Name:
 Boeing 767-300 ER
 Engine Type:
 PW4060 Reduced emissions
 Identification:
 #1
 Category:
 HCJP

Take Off weight: 161434.00 Kgs
 Approach Weight: 130635.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP331-200ER (143 HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 60.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 17.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 40.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 25.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
 2012

Annual Departures: 6481
 Annual Arrivals: 6481
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Aircraft Name:
 Boeing 767-400
 Engine Type:
 CF6-80C2B8F 1862M39
 Identification:
 #1
 Category:
 HCJP

Take Off weight: 172776.00 Kgs
 Approach Weight: 143154.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP331-200ER (143 HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min

Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 0.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 0.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 0.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 0.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 0.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 0.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 0.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
2012

Annual Departures: 223
 Annual Arrivals: 223
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: DEFAULT

Aircraft Name:
Boeing 777-200 Series
 Engine Type:
PW4077
 Identification:
#1
 Category:
HCJP

Take Off weight: 285536.00 Kgs
 Approach Weight: 191870.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP331-500 (143 HP)
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 60.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 17.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 40.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |

| | | | | | |
|---|----------|-------|-------|--------|-------|
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 25.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 45 |
| Annual Arrivals: | 45 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|--|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Arrival Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Arrival Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Arrival Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Monthly Operational Profile: | DEFAULT |

Aircraft Name:
Boeing MD-11
Engine Type:
CF6-80C2D1F 1862M39
Identification:
#1
Category:
HCJP

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Take Off weight: | 242672.00 Kgs |
| Approach Weight: | 176901.00 Kgs |
| Glide Slope: | 3.00° |
| APU Assignment: | APU TSCP700-4B (142 HP) |
| APU Departure OP Time: | 13.00 min |
| APU Arrival OP Time: | 13.00 min |
| Gate Assignment: | Gate (area) |

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Air Conditioner (Generic) | Electric | 7.00 | 23.00 | 0.00 | 75.00 | |
| Air Start (ACE 180) | Diesel | 0.00 | 7.00 | 425.00 | 90.00 | |
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG T-750) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 475.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 60.00 | 60.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Cabin Service Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 17.00 | 18.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Cargo Loader (FMC Commander 15) | Diesel | 40.00 | 40.00 | 80.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way F650) | Diesel | 10.00 | 10.00 | 210.00 | 53.00 | |
| Hydrant Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 235.00 | 70.00 | |
| Lavatory Truck (Wollard TLS-770 / F350) | Diesel | 25.00 | 0.00 | 235.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |
| Water Service (Gate Service) | Electric | 0.00 | 12.00 | 0.00 | 20.00 | |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 679 |
| Annual Arrivals: | 679 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|---|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: DEFAULT

Aircraft Name:
 Embraer ERJ170
 Engine Type:
 CF34-8E5 LEC
 Identification:
 #1
 Category:
 LCJP

Take Off weight: 34893.00 Kgs
 Approach Weight: 30740.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP 36-150[]
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|--|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG MC) | Diesel | 0.00 | 5.00 | 86.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 17.00 | 18.00 | 107.00 | 55.00 | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 15.00 | 15.00 | 107.00 | 50.00 | |
| Catering Truck (Hi-Way / TUG 660 chasis) | Diesel | 5.00 | 5.00 | 71.00 | 53.00 | |
| Fuel Truck (F750, Dukes Transportation Services, DART 3000 to 6000 gallon) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 175.00 | 25.00 | |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 15.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 | |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 7.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 | |

Year:
 2012

Annual Departures: 3937
 Annual Arrivals: 3937
 Annual TGOs: 0
 Taxi Out Time: Determined by Sequencing model
 Taxi In Time: Determined by Sequencing model

Departure Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Departure Daily Operational Profile: DEFAULT
 Departure Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Arrival Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Arrival Daily Operational Profile: DEFAULT
 Arrival Monthly Operational Profile: CALENDARIO
 Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Touch & Go Daily Operational Profile: DEFAULT
 Touch & Go Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Aircraft Name:
 Embraer ERJ190
 Engine Type:
 CF34-10E
 Identification:
 #1
 Category:
 LCJP

Take Off weight: 51120.00 Kgs
 Approach Weight: 44906.00 Kgs
 Glide Slope: 3.00°
 APU Assignment: APU GTCP 36-150[]
 APU Departure OP Time: 13.00 min
 APU Arrival OP Time: 13.00 min
 Gate Assignment: Gate (area)

| Assigned GSE/AGE: | FUEL | Arrival Op Time (mins) | Departure Op Time (mins) | Horsepower (hp) | Load Factor (%) | Manufactured Year |
|---|----------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Aircraft Tractor (Stewart & Stevenson TUG MC) | Diesel | 0.00 | 5.00 | 86.00 | 80.00 | |
| Baggage Tractor (Stewart & Stevenson TUG MA 50) | Gasoline | 0.00 | 18.00 | 107.00 | 55.00 | |

| | | | | | |
|--|----------|------|-------|--------|-------|
| Stevenson TUG MA 50) | | | | | |
| Belt Loader (Stewart & Stevenson TUG 660) | Gasoline | 0.00 | 15.00 | 107.00 | 50.00 |
| Catering Truck (HI-Way / TUG 660 chasis) | Diesel | 0.00 | 5.00 | 71.00 | 53.00 |
| Fuel Truck (F750, Dukes Transportation Services, DART 3000 to 6000 gallon) | Diesel | 0.00 | 20.00 | 175.00 | 25.00 |
| Lavatory Truck (TLD 1410) | Diesel | 0.00 | 0.00 | 56.00 | 25.00 |
| Service Truck (F250 / F350) | Diesel | 0.00 | 8.00 | 235.00 | 20.00 |

Year:
2012

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Annual Departures: | 4326 |
| Annual Arrivals: | 4326 |
| Annual TGOs: | 0 |
| Taxi Out Time: | Determined by Sequencing model |
| Taxi In Time: | Determined by Sequencing model |

| | |
|--|------------|
| Departure Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Departure Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Departure Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Arrival Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Arrival Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Arrival Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |
| Touch & Go Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Daily Operational Profile: | DEFAULT |
| Touch & Go Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

GSE Population

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

| | | | |
|---|-----------|-------------|-----------------|
| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
| Air Conditioner | Electric | ACE 802 | #1 |
| Rated Power: | 300.00 hp | | |
| Load Factor: | 75.00% | | |
| The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age. | | | |
| Analysis Year: | 2012 | | |
| Year of Manufacture: | N/A | | |
| Age: | N/A | | |
| Gate: | Percent | | |

Year:
2012

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| Population: | 23 units |
| Yearly Operating Time: | 808.00 hours |
| Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Daily Operational profile: | DEFAULT |
| Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

| | | | |
|---|-----------|-------------|-----------------|
| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
| Air Start | Diesel | ACE 180 | #1 |
| Rated Power: | 425.00 hp | | |
| Load Factor: | 90.00% | | |
| The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age. | | | |
| Analysis Year: | 2012 | | |
| Year of Manufacture: | N/A | | |
| Age: | N/A | | |
| Gate: | Percent | | |

Year:
2012

Population: 23 units
Yearly Operating Time: 333.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|------------------|--------|--|-----------------|
| Aircraft Tractor | Diesel | Stewart & Stevenson TUG GT-35, Douglas TBL-180 | #1 |

Rated Power: 88.00 hp
Load Factor: 80.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 10 units
Yearly Operating Time: 800.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|------------------|--------|--------------------------------|-----------------|
| Aircraft Tractor | Diesel | Stewart & Stevenson TUG GT-50H | #1 |

Rated Power: 190.00 hp
Load Factor: 80.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 2 units
Yearly Operating Time: 628.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|------------------|--------|----------------------------|-----------------|
| Aircraft Tractor | Diesel | Stewart & Stevenson TUG MC | #1 |

Rated Power: 86.00 hp
Load Factor: 80.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A

Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 3 units
Yearly Operating Time: 800.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|------------------|--------|----------------------------------|-----------------|
| Aircraft Tractor | Diesel | Stewart & Stevenson TUG T-750 | #1 |

Rated Power: 475.00 hp
Load Factor: 80.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 11 units
Yearly Operating Time: 641.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|-----------------|--------|----------------------------------|-----------------|
| Baggage Tractor | Diesel | Stewart & Stevenson TUG MA 50 | #1 |

Rated Power: 71.00 hp
Load Factor: 55.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 7 units
Yearly Operating Time: 1500.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|-------------|--------|--------------------------------|-----------------|
| Belt Loader | Diesel | Stewart & Stevenson TUG 660 | #1 |

Rated Power: 71.00 hp
Load Factor: 50.00%

The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.

Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Population: 7 units
Yearly Operating Time: 1300.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|---------------------|--------|-------------|-----------------|
| Cabin Service Truck | Diesel | Hi-Way F650 | #1 |

Rated Power: 210.00 hp
Load Factor: 53.00%

The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.

Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Population: 23 units
Yearly Operating Time: 1600.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|--------------|--------|------------------|-----------------|
| Cargo Loader | Diesel | FMC Commander 15 | #1 |

Rated Power: 80.00 hp
Load Factor: 50.00%

The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.

Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Population: 12 units
Yearly Operating Time: 1100.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|----------------|--------|--------------------------|-----------------|
| Catering Truck | Diesel | Hi-Way / TUG 660 chassis | #1 |

Year:
2012

Year:
2012

Year:
2012

Rated Power: 71.00 hp
Load Factor: 53.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 3 units
Yearly Operating Time: 1600.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|----------------|--------|-------------|-----------------|
| Catering Truck | Diesel | Hi-Way F650 | #1 |

Rated Power: 210.00 hp
Load Factor: 53.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 7 units
Yearly Operating Time: 1600.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
|------------|--------|---|-----------------|
| Fuel Truck | Diesel | F750, Dukes Transportation Services, DART 3000 to 6000 gallon | #1 |

Rated Power: 175.00 hp
Load Factor: 25.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 3 units
Yearly Operating Time: 564.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| | | | |
|-------------------|--------|-------------|-----------------|
| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
| Ground Power Unit | Diesel | TLD, 28 VDC | #1 |

| | |
|---|----------|
| Rated Power: | 71.00 hp |
| Load Factor: | 75.00% |
| The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age. | |
| Analysis Year: | 2012 |
| Year of Manufacture: | N/A |
| Age: | N/A |

| | |
|-------|---------|
| Gate: | Percent |
|-------|---------|

Year:
2012

| | |
|-------------------------------------|---------------|
| Population: | 1 units |
| Yearly Operating Time: | 1600.00 hours |
| Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Daily Operational profile: | DEFAULT |
| Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

| | | | |
|-------------------|--------|----------------|-----------------|
| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
| Ground Power Unit | Diesel | TLD, 400 Hz AC | #1 |

| | |
|---|-----------|
| Rated Power: | 194.00 hp |
| Load Factor: | 75.00% |
| The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age. | |
| Analysis Year: | 2012 |
| Year of Manufacture: | N/A |
| Age: | N/A |

| | |
|-------|---------|
| Gate: | Percent |
|-------|---------|

Year:
2012

| | |
|-------------------------------------|---------------|
| Population: | 1 units |
| Yearly Operating Time: | 1700.00 hours |
| Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Daily Operational profile: | DEFAULT |
| Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

| | | | |
|---------------|--------|-------------|-----------------|
| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
| Hydrant Truck | Diesel | F250 / F350 | #1 |

| | |
|---|-----------|
| Rated Power: | 235.00 hp |
| Load Factor: | 70.00% |
| The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age. | |
| Analysis Year: | 2012 |
| Year of Manufacture: | N/A |
| Age: | N/A |

| | |
|-------|---------|
| Gate: | Percent |
|-------|---------|

Year:
2012

| | |
|-------------------------------------|---------------|
| Population: | 7 units |
| Yearly Operating Time: | 1527.00 hours |
| Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Daily Operational profile: | DEFAULT |
| Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

Type: Lavatory Truck Fuel: Diesel Ref. Model: TLD 1410 Identification: #1

Rated Power: 56.00 hp
Load Factor: 25.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 7 units
Yearly Operating Time: 1492.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Type: Lavatory Truck Fuel: Diesel Ref. Model: Wollard TLS-770 / F350 Identification: #1

Rated Power: 235.00 hp
Load Factor: 25.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 12 units
Yearly Operating Time: 1492.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

Type: Service Truck Fuel: Diesel Ref. Model: F250 / F350 Identification: #1

Rated Power: 235.00 hp
Load Factor: 20.00%
The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age.
Analysis Year: 2012
Year of Manufacture: N/A
Age: N/A

Gate: Percent

Year:
2012

Population: 7 units
Yearly Operating Time: 840.00 hours
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

| | | | |
|---|----------|--------------|-----------------|
| Type: | Fuel: | Ref. Model: | Identification: |
| Water Service | Electric | Gate Service | #1 |
| Rated Power: | 0.00 hp | | |
| Load Factor: | 20.00% | | |
| The user has selected to use the default age distribution, and has not chosen a specific age. | | | |
| Analysis Year: | 2012 | | |
| Year of Manufacture: | N/A | | |
| Age: | N/A | | |
| Gate: | Percent | | |

Year:
2012

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Population: | 23 units |
| Yearly Operating Time: | 0.00 hours |
| Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Daily Operational profile: | DEFAULT |
| Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

Parking Facilities

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Parking Facility Name:
PARQUEO1JJO

| | | |
|----------------------------|---|--|
| Vehicle Type: | Default Fleet Mix (all types, fuels & ages) | |
| Fuel: | Gasoline | |
| Manufactured Year: | 2012 | |
| Average Speed | 10 mph | |
| Average Distance Traveled: | 250.00 meters | |
| Average Idle Time: | 1.50 mins | |

| | | |
|-------------------|-------------|------------|
| Number of Levels: | 1 | |
| Release Height: | 1.50 meters | |
| Level Spacing | 3.00 meters | |
| Elevation: | 5.79 meters | |
| Point: | X (meters) | Y (meters) |
| 1 | 3747.39 | 532.00 |
| 2 | 3747.30 | 573.65 |
| 3 | 3761.56 | 612.81 |
| 4 | 3777.54 | 640.28 |
| 5 | 3811.02 | 620.84 |
| 6 | 3756.38 | 526.78 |

Year:
2012

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Number of Vehicles per Year: | 695270 |
| Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Daily Operational profile: | DEFAULT |
| Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

The user has NOT edited the following emission factors:

| | |
|-------------------|----------|
| CO (g/veh): | 2.6461 |
| THC (g/veh): | -1 |
| NMHC (g/veh): | 0.4238 |
| VOC (g/veh): | 0.4274 |
| NOX (g/veh): | 0.3102 |
| SOX (g/veh): | 0.0019 |
| PM-10 (g/veh): | 0.0081 |
| PM-25 (g/veh): | 0.0047 |
| TOG (g/veh): | |
| BENZENE (g/veh): | 0.008104 |
| MTBE (g/veh): | 0 |
| 1,3-BUTA (g/veh): | 0.001129 |
| FORMALDEHYDE | |

(g/veh): 0.003379
 ACETALDEHYDE (g/veh): 0.002265
 ACROLEIN (g/veh): 0.000149

Parking Facility Name:
 PARQUEO2JJO

Vehicle Type: Default Fleet Mix (all types, fuels & ages)
 Fuel: Gasoline
 Manufactured Year: 2012
 Average Speed: 10 mph
 Average Distance Traveled: 250.00 meters
 Average Idle Time: 1.50 mins

Number of Levels: 1
 Release Height: 1.50 meters
 Level Spacing: 3.00 meters
 Elevation: 5.79 meters
 Point: X (meters) Y (meters)
 1 3740.81 773.31
 2 3755.08 850.35
 3 3793.33 916.25
 4 3879.07 866.42
 5 3803.72 736.80

Year:
 2012

Number of Vehicles per Year: 2.90749e+006
 Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Daily Operational profile: DEFAULT
 Monthly Operational Profile: CALENDARIO

The user has NOT edited the following emission factors:

CO (g/veh): 2.6461
 THC (g/veh): -1
 NMHC (g/veh): 0.4238
 VOC (g/veh): 0.4274
 NOX (g/veh): 0.3102
 SOX (g/veh): 0.0019
 PM-10 (g/veh): 0.0081
 PM-25 (g/veh): 0.0047
 TOG (g/veh):
 BENZENE (g/veh): 0.008104
 MTBE (g/veh): 0
 1,3-BUTA (g/veh): 0.001129
 FORMALDEHYDE (g/veh): 0.003379
 ACETALDEHYDE (g/veh): 0.002265
 ACROLEIN (g/veh): 0.000149

Parking Facility Name:
 PARQUEO3JJO

Vehicle Type: Default Fleet Mix (all types, fuels & ages)
 Fuel: Gasoline
 Manufactured Year: 2012
 Average Speed: 10 mph
 Average Distance Traveled: 250.00 meters
 Average Idle Time: 1.50 mins

Number of Levels: 1
 Release Height: 1.50 meters
 Level Spacing: 3.00 meters
 Elevation: 5.79 meters
 Point: X (meters) Y (meters)

| | | |
|----|---------|--------|
| 1 | 3894.14 | 740.95 |
| 2 | 3902.67 | 756.64 |
| 3 | 3894.20 | 760.97 |
| 4 | 3894.66 | 762.93 |
| 5 | 3893.74 | 764.16 |
| 6 | 3897.76 | 771.03 |
| 7 | 3907.92 | 765.84 |
| 8 | 3909.13 | 766.76 |
| 9 | 3923.65 | 791.75 |
| 10 | 3947.74 | 796.27 |
| 11 | 3956.34 | 784.45 |
| 12 | 3955.67 | 781.69 |
| 13 | 3922.45 | 724.50 |

Year:
2012

Number of Vehicles per Year: 474047
 Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Daily Operational profile: DEFAULT
 Monthly Operational Profile: CALENDARIO

The user has NOT edited the following emission factors:

| | |
|-----------------------|----------|
| CO (g/veh): | 2.6461 |
| THC (g/veh): | -1 |
| NMHC (g/veh): | 0.4238 |
| VOC (g/veh): | 0.4274 |
| NOX (g/veh): | 0.3102 |
| SOX (g/veh): | 0.0019 |
| PM-10 (g/veh): | 0.0081 |
| PM-25 (g/veh): | 0.0047 |
| TOG (g/veh): | |
| BENZENE (g/veh): | 0.008104 |
| MTBE (g/veh): | 0 |
| 1,3-BUTA (g/veh): | 0.001129 |
| FORMALDEHYDE (g/veh): | 0.003379 |
| ACETALDEHYDE (g/veh): | 0.002265 |
| ACROLEIN (g/veh): | 0.000149 |

Parking Facility Name:
PARQUEO4JJO

| | |
|----------------------------|---|
| Vehicle Type: | Default Fleet Mix (all types, fuels & ages) |
| Fuel: | Gasoline |
| Manufactured Year: | 2012 |
| Average Speed: | 10 mph |
| Average Distance Traveled: | 250.00 meters |
| Average Idle Time: | 1.50 mins |

| | | |
|-------------------|-------------|------------|
| Number of Levels: | 1 | |
| Release Height: | 1.50 meters | |
| Level Spacing: | 3.00 meters | |
| Elevation: | 5.79 meters | |
| Point: | X (meters) | Y (meters) |
| 1 | 3788.79 | 928.30 |
| 2 | 3817.37 | 977.48 |
| 3 | 3911.60 | 922.72 |
| 4 | 3883.07 | 873.52 |

Year:
2012

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| Number of Vehicles per Year: | 1.29573e+006 |
| Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Daily Operational profile: | DEFAULT |

Monthly Operational Profile: CALENDARIO

The user has NOT edited the following emission factors:

| | |
|-----------------------|----------|
| CO (g/veh): | 2.6461 |
| THC (g/veh): | -1 |
| NMHC (g/veh): | 0.4238 |
| VOC (g/veh): | 0.4274 |
| NOX (g/veh): | 0.3102 |
| SOX (g/veh): | 0.0019 |
| PM-10 (g/veh): | 0.0081 |
| PM-25 (g/veh): | 0.0047 |
| TOG (g/veh): | |
| BENZENE (g/veh): | 0.008104 |
| MTBE (g/veh): | 0 |
| 1,3-BUTA (g/veh): | 0.001129 |
| FORMALDEHYDE (g/veh): | 0.003379 |
| ACETALDEHYDE (g/veh): | 0.002265 |
| ACROLEIN (g/veh): | 0.000149 |

Parking Facility Name: PARQUEOSJJO

| | |
|----------------------------|---|
| Vehicle Type: | Default Fleet Mix (all types, fuels & ages) |
| Fuel: | Gasoline |
| Manufactured Year: | 2012 |
| Average Speed: | 10 mph |
| Average Distance Traveled: | 250.00 meters |
| Average Idle Time: | 1.50 mins |

| | | |
|-------------------|-------------|------------|
| Number of Levels: | 1 | |
| Release Height: | 1.50 meters | |
| Level Spacing: | 3.00 meters | |
| Elevation: | 5.79 meters | |
| Point: | X (meters) | Y (meters) |
| 1 | 3821.44 | 984.49 |
| 2 | 3848.56 | 1031.18 |
| 3 | 3942.82 | 976.41 |
| 4 | 3915.69 | 929.73 |

Year: 2012

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| Number of Vehicles per Year: | 1.23252e+006 |
| Quarter-Hourly Operational profile: | DEFAULT |
| Daily Operational profile: | DEFAULT |
| Monthly Operational Profile: | CALENDARIO |

The user has NOT edited the following emission factors:

| | |
|-----------------------|----------|
| CO (g/veh): | 2.6461 |
| THC (g/veh): | -1 |
| NMHC (g/veh): | 0.4238 |
| VOC (g/veh): | 0.4274 |
| NOX (g/veh): | 0.3102 |
| SOX (g/veh): | 0.0019 |
| PM-10 (g/veh): | 0.0081 |
| PM-25 (g/veh): | 0.0047 |
| TOG (g/veh): | |
| BENZENE (g/veh): | 0.008104 |
| MTBE (g/veh): | 0 |
| 1,3-BUTA (g/veh): | 0.001129 |
| FORMALDEHYDE (g/veh): | 0.003379 |
| ACETALDEHYDE (g/veh): | 0.002265 |

ACROLEIN (g/veh): 0.000149

Parking Facility Name:
PARQUEO6JJO

Vehicle Type: Default Fleet Mix (all types, fuels & ages)
Fuel: Gasoline
Manufactured Year: 2012
Average Speed: 10 mph
Average Distance Traveled: 250.00 meters
Average Idle Time: 1.50 mins

Number of Levels: 1
Release Height: 1.50 meters
Level Spacing: 3.00 meters
Elevation: 5.79 meters
Point: X (meters) Y (meters)
1 3973.10 956.04
2 4016.56 1030.85
3 4047.91 1012.63
4 4004.46 937.83

Year:
2012

Number of Vehicles per Year: 474047
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
Daily Operational profile: DEFAULT
Monthly Operational Profile: CALENDARIO

The user has NOT edited the following emission factors:

CO (g/veh): 2.6461
THC (g/veh): -1
NMHC (g/veh): 0.4238
VOC (g/veh): 0.4274
NOX (g/veh): 0.3102
SOX (g/veh): 0.0019
PM-10 (g/veh): 0.0081
PM-25 (g/veh): 0.0047
TOG (g/veh):
BENZENE (g/veh): 0.008104
MTBE (g/veh): 0
1,3-BUTA (g/veh): 0.001129
FORMALDEHYDE (g/veh): 0.003379
ACETALDEHYDE (g/veh): 0.002265
ACROLEIN (g/veh): 0.000149

Roadways

Alternative 1, Simon Bolivar Int

Roadway Name:
Parqueo terminal

Vehicle Type: Default Fleet Mix (all types, fuels & ages)
Fuel: Gasoline
Manufactured Year: 2012
Average Speed: 35 mph
Roadway Length: 0.06 miles
Release Height:

Width: 20.00 meters
Point: X (meters) Y (meters) Elevation (meters)
1 4190.00 -185.00 0
2 4289.00 -185.00 0

Year:
2012

Traffic Volume: 7.26874e+006
Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT

Daily Operational profile: DEFAULT
 Monthly Operational Profile: CALENDARIO

The user has NOT edited the following emission factors:

CO (g/veh): 6.149
 THC (g/veh): -1
 NMHC (g/veh): 0.569
 VOC (g/veh): 0.576
 NOX (g/veh): 0.927
 SOX (g/veh): 0.0088
 PM-10 (g/veh): 0.037
 PM-25 (g/veh): 0.0215
 TOG (g/veh):
 BENZENE (g/veh): 0.016254
 MTBE (g/veh): 0
 1,3-BUTA (g/veh): 0.002238
 FORMALDEHYDE (g/veh): 0.006237
 ACETALDEHYDE (g/veh): 0.004347
 ACROLEIN (g/veh): 0.00027

Stationary Sources

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Stationary Source Name:
 incinerador d. solid

Stationary Category: Incinerator
 Stationary Type: Multiple Chamber

This stationary source is modeled as a point

Elevation: 5.79 meters
 Release Height: 20.00 meters
 Gas Velocity: 15.00 m/s
 Temperature: 400.00 *F
 CO EI : 5.0000Kg/Metric Ton
 VOC EI : 1.5000Kg/Metric Ton
 NOx EI : 1.5000Kg/Metric Ton
 SO2 EI : 1.2500Kg/Metric Ton
 PM EI : 3.5000Kg/Metric Ton
 CO Pollution Control Factor : 0.00 %
 TOC Pollution Control Factor : 0.00 %
 NOx Pollution Control Factor : 0.00 %
 SO2 Pollution Control Factor : 0.00 %
 PM Pollution Control Factor : 0.00 %
 Point: X (meters) Y (meters)
 1 4236.00 -185.00

Year: 2012
 Metric Tons Used 0
 Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Daily Operational profile: DEFAULT
 Monthly Operational Profile: DEFAULT

The user has NOT edited the emission factors.

Training Fires

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Training Fire Name:
 Training Fire

Fuel: JP-4
 Release Height: 4.00 meters
 Diameter: 10.00 meters
 Gas Velocity: 10.00 m/s
 Temperature: 400.00 *F
 X: 4185.71 meters

Y: 687.95 meters
 Elevation: 5.79 meters

Year:
 2012

Gallons of Fuel Used (gal/year): 500
 Quarter-Hourly Operational profile: DEFAULT
 Daily Operational profile: DEFAULT
 Monthly Operational Profile: CALENDARIO

The user has NOT edited the following emission factors:

CO (g/gallon): 1625.68
 HC (g/gallon): 58.06
 NOX (g/gallon): 12.19
 SOX (g/gallon): 1.72
 PM-10 (g/gallon): 435.44

Gates

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Gate Name: Elevation: 5.79 meters
 Gate (area) Release Height: 1.50 meters
 Initial Sigma-Z: 3.00 meters
 Initial Sigma-Y: 16.00 meters
 Point: X (meters) Y (meters)
 1 3923.97 681.54
 2 4088.63 964.98
 3 4212.57 892.98
 4 4051.56 611.76

Taxiways

Alternative 1, Simon Bolivar Intl

Taxiway Name: Width: 20.00 (meters)
 A Point: X (meters) Y (meters) Elevation (meters) Speed (mph)
 1 3313.33 -1389.85 5.79 17.26
 2 3241.80 -1326.28 5.79 17.26
 3 3306.46 -1194.63 5.79 17.26
 4 4565.69 973.65 5.79 17.26
 5 4646.68 1055.49 5.79 17.26
 6 4714.73 1023.41 5.79

Taxiway Name: Width: 20.00 (meters)
 B Point: X (meters) Y (meters) Elevation (meters) Speed (mph)
 1 4498.38 857.37 5.79 17.26
 2 4585.16 800.21 5.79

Taxiway Name: Width: 20.00 (meters)
 C Point: X (meters) Y (meters) Elevation (meters) Speed (mph)
 1 4162.59 276.34 5.79 17.26
 2 4299.91 309.08 5.79

Taxiway Name: Width: 20.00 (meters)
 D Point: X (meters) Y (meters) Elevation (meters) Speed (mph)
 1 3958.80 -129.04 5.79 17.26
 2 4023.71 -166.60 5.79

Taxiway Name: Width: 20.00 (meters)
 E Point: X (meters) Y (meters) Elevation (meters) Speed (mph)
 1 3730.56 -464.58 5.79 17.26
 2 3821.73 -514.40 5.79

| Taxiway Name: | Width: | 20.00 (meters) | | | |
|---------------|--------|----------------|------------|--------------------|-------------|
| F | Point: | X (meters) | Y (meters) | Elevation (meters) | Speed (mph) |
| | 1 | 3520.94 | -825.42 | 5.79 | 17.26 |
| | 2 | 3610.80 | -877.59 | 5.79 | |

| Taxiway Name: | Width: | 20.00 (meters) | | | |
|---------------|--------|----------------|------------|--------------------|-------------|
| G | Point: | X (meters) | Y (meters) | Elevation (meters) | Speed (mph) |
| | 1 | 3289.68 | -1228.79 | 5.79 | 17.26 |
| | 2 | 3373.78 | -1285.77 | 5.79 | |

| Taxiway Name: | Width: | 20.00 (meters) | | | |
|---------------|--------|----------------|------------|--------------------|-------------|
| H | Point: | X (meters) | Y (meters) | Elevation (meters) | Speed (mph) |
| | 1 | 4051.56 | 611.76 | 5.79 | 17.26 |
| | 2 | 4250.62 | 430.65 | 5.79 | |

| Taxiway Name: | Width: | 20.00 (meters) | | | |
|---------------|--------|----------------|------------|--------------------|-------------|
| I | Point: | X (meters) | Y (meters) | Elevation (meters) | Speed (mph) |
| | 1 | 4051.56 | 611.76 | 5.79 | 17.26 |
| | 2 | 4212.57 | 892.98 | 5.79 | |

| Taxiway Name: | Width: | 20.00 (meters) | | | |
|---------------|--------|----------------|------------|--------------------|-------------|
| J | Point: | X (meters) | Y (meters) | Elevation (meters) | Speed (mph) |
| | 1 | 4212.57 | 892.98 | 5.79 | 17.26 |
| | 2 | 4443.14 | 762.05 | 5.79 | |

Runways Alternative 1, Simon Bolivar Intl

| Runway Name: | Name: | X (meters) | Y (meters) | Elevation (meters) | Glide Slope (°) |
|--------------|-------|------------|------------|--------------------|-----------------|
| 3 | 3 | 4714.73 | 1023.41 | 5.79 | 3.00 |
| 21 | 21 | 3319.30 | -1389.86 | 5.79 | 3.00 |

Taxipaths Alternative 1, Simon Bolivar Intl

| Direction: | Gate: | Runway: | Runway Exit: | Taxiways: |
|------------|-------------|---------|--------------|------------------|
| Outbound | Gate (area) | 21 | | I J A |
| Inbound | Gate (area) | 21 | B | B A J I |

Configurations Alternative 1, Simon Bolivar Intl

| Configuration Name: | From | To |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| Viento Este | 113 (°) | 203 (°) |
| Time Used: | no bound (knots) | no bound (knots) |
| 0 % | no bound (hh:mm) | no bound (hh:mm) |
| | no bound (feet) | no bound (feet) |
| | no bound (statute miles) | no bound (statute miles) |
| | no bound (°F) | no bound (°F) |

| Point: | Arrivals Per Hour | Departures per Hour |
|--------|-------------------|---------------------|
| 1 | 100 | 200 |
| 2 | 200 | 100 |

| Aircraft Size: | Runway | Arrivals (%) | Departures (%) | Touch & Gos (%) |
|----------------|--------|--------------|----------------|-----------------|
| Small | 21 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Small | 3 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Large | 21 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Large | 3 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Heavy | 21 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Heavy | 3 | 50 % | 50 % | 50 % |

Configuration Name:

Viento Norte

Time Used:

0 %

| | From | To |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Wind Direction: | 293 (°) | 23 (°) |
| Wind Speed: | no bound (knots) | no bound (knots) |
| Hour of Day: | no bound (hh:mm) | no bound (hh:mm) |
| Ceiling: | no bound (feet) | no bound (feet) |
| Visibility: | no bound (statute miles) | no bound (statute miles) |
| Temperature: | no bound (°F) | no bound (°F) |

| Point: | Arrivals Per Hour | Departures per Hour |
|--------|-------------------|---------------------|
| 1 | 100 | 200 |
| 2 | 200 | 100 |

| Aircraft Size: | Runway | Arrivals (%) | Departures (%) | Touch & Gos (%) |
|----------------|--------|--------------|----------------|-----------------|
| Small | 21 | 80 % | 80 % | 90 % |
| Small | 3 | 20 % | 20 % | 10 % |
| Large | 21 | 80 % | 80 % | 90 % |
| Large | 3 | 20 % | 20 % | 10 % |
| Heavy | 21 | 80 % | 80 % | 90 % |
| Heavy | 3 | 20 % | 20 % | 10 % |

Configuration Name:

Viento oeste

Time Used:

0 %

| | From | To |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Wind Direction: | 203 (°) | 293 (°) |
| Wind Speed: | no bound (knots) | no bound (knots) |
| Hour of Day: | no bound (hh:mm) | no bound (hh:mm) |
| Ceiling: | no bound (feet) | no bound (feet) |
| Visibility: | no bound (statute miles) | no bound (statute miles) |
| Temperature: | no bound (°F) | no bound (°F) |

| Point: | Arrivals Per Hour | Departures per Hour |
|--------|-------------------|---------------------|
| 1 | 100 | 200 |
| 2 | 200 | 100 |

| Aircraft Size: | Runway | Arrivals (%) | Departures (%) | Touch & Gos (%) |
|----------------|--------|--------------|----------------|-----------------|
| Small | 21 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Small | 3 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Large | 21 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Large | 3 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Heavy | 21 | 50 % | 50 % | 50 % |
| Heavy | 3 | 50 % | 50 % | 50 % |

Configuration Name:

Viento Sur

Time Used:

0 %

| | From | To |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Wind Direction: | 23 (°) | 113 (°) |
| Wind Speed: | no bound (knots) | no bound (knots) |
| Hour of Day: | no bound (hh:mm) | no bound (hh:mm) |
| Ceiling: | no bound (feet) | no bound (feet) |
| Visibility: | no bound (statute miles) | no bound (statute miles) |
| Temperature: | no bound (°F) | no bound (°F) |

| Point: | Arrivals Per Hour | Departures per Hour |
|--------|-------------------|---------------------|
| 1 | 100 | 200 |
| 2 | 200 | 100 |

| Aircraft Size: | Runway | Arrivals (%) | Departures (%) | Touch & Gos (%) |
|----------------|--------|--------------|----------------|-----------------|
| Small | 21 | 20 % | 20 % | 10 % |
| Small | 3 | 80 % | 80 % | 90 % |
| Large | 21 | 20 % | 20 % | 10 % |
| Large | 3 | 80 % | 80 % | 90 % |
| Heavy | 21 | 20 % | 20 % | 10 % |
| Heavy | 3 | 80 % | 80 % | 90 % |

Buildings Alternative 1, Simon Bolivar Intl

| Building Name: | Elevation: | | |
|--------------------|-------------|-------------|------------|
| Terminal Pasajeros | 5.79 meters | | |
| | Height: | 1.50 meters | |
| | Point: | X (meters) | Y (meters) |
| | 1 | 3900.10 | 825.32 |
| | 2 | 3969.49 | 944.77 |
| | 3 | 4000.69 | 926.64 |
| | 4 | 3998.99 | 923.73 |
| | 5 | 4006.89 | 919.14 |
| | 6 | 4017.74 | 915.95 |
| | 7 | 4015.13 | 906.30 |
| | 8 | 4005.48 | 908.91 |
| | 9 | 4005.97 | 910.71 |
| | 10 | 4002.54 | 911.64 |
| | 11 | 3998.40 | 903.14 |
| | 12 | 4002.57 | 902.45 |
| | 13 | 4039.71 | 880.87 |
| | 14 | 3982.89 | 782.97 |
| | 15 | 3932.98 | 810.11 |
| | 16 | 3930.75 | 807.50 |
| | 17 | 3932.78 | 798.36 |
| | 18 | 3910.22 | 789.89 |
| | 19 | 3899.20 | 801.08 |
| | 20 | 3911.38 | 818.76 |

Discrete Cartesian Receptors Alternative 1, Simon Bolivar Intl

None.

Discrete Polar Receptors Alternative 1, Simon Bolivar Intl

None.

Cartesian Receptor Networks Alternative 1, Simon Bolivar Intl

None.

Polar Receptor Networks Alternative 1, Simon Bolivar Intl

None.

User-Created Aircraft Alternative 1, Simon Bolivar Intl

None.

User-Created GSE Alternative 1, Simon Bolivar Intl

None.

User-Created APU Alternative 1, Simon Bolivar Intl

None.

Scenario-Airport: Baseline, Simon Bolivar Intl

Weather Baseline, Simon Bolivar Intl

Mixing Height: 914.40 meters

Temperature: 25.06 °C
 Daily High Temperature: 30.81 °C
 Daily Low Temperature: 19.31 °C
 Pressure: 101015.96 Pa
 Sea Level Pressure: 101049.82 Pa
 Relative Humidity: 73.93
 Wind Speed: 9.15 kph
 Wind Direction: 0.00 °
 Ceiling: 30480.00 m
 Visibility: 80.47 km

The user has used annual averages.

Base Elevation: 5.79 meters

Date Range: Thursday, January 01, 2004 to Friday, December 31, 2004

Source Data File

Location:

Upper Air Data File

Location:

Quarter-Hourly Operational Profiles

Baseline, Simon Bolivar Intl

Name: DEFAULT

| Quarter-Hour | Weight | Quarter-Hour | Weight | Quarter-Hour | Weight | Quarter-Hour | Weight |
|---------------------|----------|--------------------|----------|---------------------|----------|--------------------|----------|
| 12:00am to 12:14 am | 1.000000 | 6:00am to 6:14am | 1.000000 | 12:00pm to 12:14 pm | 1.000000 | 6:00pm to 6:14pm | 1.000000 |
| 12:15am to 12:29 am | 1.000000 | 6:15am to 6:29am | 1.000000 | 12:15pm to 12:29 pm | 1.000000 | 6:15pm to 6:29pm | 1.000000 |
| 12:30am to 12:44 am | 1.000000 | 6:30am to 6:44am | 1.000000 | 12:30pm to 12:44 pm | 1.000000 | 6:30pm to 6:44pm | 1.000000 |
| 12:45am to 12:59 am | 1.000000 | 6:45am to 6:59am | 1.000000 | 12:45pm to 12:59 pm | 1.000000 | 6:45pm to 6:59pm | 1.000000 |
| 1:00am to 1:14am | 1.000000 | 7:00am to 7:14am | 1.000000 | 1:00pm to 1:14pm | 1.000000 | 7:00pm to 7:14pm | 1.000000 |
| 1:15am to 1:29am | 1.000000 | 7:15am to 7:29am | 1.000000 | 1:15pm to 1:29pm | 1.000000 | 7:15pm to 7:29pm | 1.000000 |
| 1:30am to 1:44am | 1.000000 | 7:30am to 7:44am | 1.000000 | 1:30pm to 1:44pm | 1.000000 | 7:30pm to 7:44pm | 1.000000 |
| 1:45am to 1:59am | 1.000000 | 7:45am to 7:59am | 1.000000 | 1:45pm to 1:59pm | 1.000000 | 7:45pm to 7:59pm | 1.000000 |
| 2:00am to 2:14am | 1.000000 | 8:00am to 8:14am | 1.000000 | 2:00pm to 2:14pm | 1.000000 | 8:00pm to 8:14pm | 1.000000 |
| 2:15am to 2:29am | 1.000000 | 8:15am to 8:29am | 1.000000 | 2:15pm to 2:29pm | 1.000000 | 8:15pm to 8:29pm | 1.000000 |
| 2:30am to 2:44am | 1.000000 | 8:30am to 8:44am | 1.000000 | 2:30pm to 2:44pm | 1.000000 | 8:30pm to 8:44pm | 1.000000 |
| 2:45am to 2:59am | 1.000000 | 8:45am to 8:59am | 1.000000 | 2:45pm to 2:59pm | 1.000000 | 8:45pm to 8:59pm | 1.000000 |
| 3:00am to 3:14am | 1.000000 | 9:00am to 9:14am | 1.000000 | 3:00pm to 3:14pm | 1.000000 | 9:00pm to 9:14pm | 1.000000 |
| 3:15am to 3:29am | 1.000000 | 9:15am to 9:29am | 1.000000 | 3:15pm to 3:29pm | 1.000000 | 9:15pm to 9:29pm | 1.000000 |
| 3:30am to 3:44am | 1.000000 | 9:30am to 9:44am | 1.000000 | 3:30pm to 3:44pm | 1.000000 | 9:30pm to 9:44pm | 1.000000 |
| 3:45am to 3:59am | 1.000000 | 9:45am to 9:59am | 1.000000 | 3:45pm to 3:59pm | 1.000000 | 9:45pm to 9:59pm | 1.000000 |
| 4:00am to 4:14am | 1.000000 | 10:00am to 10:14am | 1.000000 | 4:00pm to 4:14pm | 1.000000 | 10:00pm to 10:14pm | 1.000000 |
| 4:15am to 4:29am | 1.000000 | 10:15am to 10:29am | 1.000000 | 4:15pm to 4:29pm | 1.000000 | 10:15pm to 10:29pm | 1.000000 |
| 4:30am to 4:44am | 1.000000 | 10:30am to 10:44am | 1.000000 | 4:30pm to 4:44pm | 1.000000 | 10:30pm to 10:44pm | 1.000000 |
| 4:45am to 4:59am | 1.000000 | 10:45am to 10:59am | 1.000000 | 4:45pm to 4:59pm | 1.000000 | 10:45pm to 10:59pm | 1.000000 |
| 5:00am to 5:14am | 1.000000 | 11:00am to 11:14am | 1.000000 | 5:00pm to 5:14pm | 1.000000 | 11:00pm to 11:14pm | 1.000000 |
| 5:15am to 5:29am | 1.000000 | 11:15am to 11:29am | 1.000000 | 5:15pm to 5:29pm | 1.000000 | 11:15pm to 11:29pm | 1.000000 |
| 5:30am to 5:44am | 1.000000 | 11:30am to 11:44am | 1.000000 | 5:30pm to 5:44pm | 1.000000 | 11:30pm to 11:44pm | 1.000000 |
| 5:45am to 5:59am | 1.000000 | 11:45am to 11:59am | 1.000000 | 5:45pm to 5:59pm | 1.000000 | 11:45pm to 11:59pm | 1.000000 |

Daily Operational Profiles

Baseline, Simon Bolivar Intl

Name: DEFAULT

| Day | Weight | Day | Weight |
|-----------|----------|----------|----------|
| Monday | 1.000000 | Friday | 1.000000 |
| Tuesday | 1.000000 | Saturday | 1.000000 |
| Wednesday | 1.000000 | Sunday | 1.000000 |
| Thursday | 1.000000 | | |

Monthly Operational Profiles

Baseline, Simon Bolivar Intl

Name: DEFAULT

| Month | Weight | Month | Weight |
|----------|----------|--------|----------|
| January | 1.000000 | July | 1.000000 |
| February | 1.000000 | August | 1.000000 |

| | | | |
|-------|----------|-----------|----------|
| March | 1.000000 | September | 1.000000 |
| April | 1.000000 | October | 1.000000 |
| May | 1.000000 | November | 1.000000 |
| June | 1.000000 | December | 1.000000 |

Aircraft Baseline, Simon Bolivar Intl

Default Taxi Out Time: 19.000000 min
 Default Taxi In Time: 7.000000 min
 Year: 2012 Uses Schedule? No Schedule Filename: (None)

GSE Population Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Parking Facilities Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Roadways Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Stationary Sources Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Training Fires Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Gates Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Taxiways Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Runways Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Taxipaths Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Configurations Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Buildings Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Discrete Cartesian Receptors Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Discrete Polar Receptors Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Cartesian Receptor Networks Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Polar Receptor Networks Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

User-Created Aircraft Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

User-Created GSE Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

User-Created APU Baseline, Simon Bolivar Intl

None.

Anexo 2: Actividades y emisiones de aeronaves

| EMISIONES | ATR 42-200 | AIRBUS A300CA-600 | AIRBUS A318-100 | AIRBUS A319-100 | AIRBUS A320-100 | AIRBUS A330-200 | AIRBUS A340-300 | AIRBUS 340-600 | BOEING 727-200 | BOEING 737-200 | BOEING 737-300 | BOEING 737-500 | BOEING 737-800 | BOEING 747-200 | BOEING 747-300 | BOEING 747-400 | BOEING 757-200 | BOEING 767-300 | BOEING 767-400 | BOEING 777-200 | BOEING MD 11 | EMBRAER ERJ170 | EMBRAER ERJ190 |
|-------------------------|------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|
| CICLOS LTO | 642 | 344 | 1618 | 4815 | 5651 | 607 | 366 | 366 | 3 | 2631 | 2158 | 473 | 477 | 233 | 1 | 133 | 3173 | 6481 | 223 | 45 | 679 | 3937 | 4326 |
| HC (ton m) | 0,001 | 0,141 | 0,747 | 2,125 | 1,434 | 0,226 | 0,380 | 0,155 | 0,003 | 0,849 | 0,599 | 0,117 | 0,131 | 0,270 | 0,002 | 0,101 | 1,068 | 2,906 | 0,075 | 0,031 | 0,403 | 0,456 | 0,044 |
| CO (ton m) | 0,386 | 0,798 | 2,759 | 7,376 | 6,132 | 1,182 | 2,743 | 0,884 | 0,009 | 3,197 | 5,310 | 1,042 | 0,579 | 1,270 | 0,009 | 0,528 | 6,559 | 17,176 | 0,410 | 0,108 | 2,248 | 3,071 | 4,078 |
| Nox (ton m) | 0,122 | 2,729 | 3,690 | 14,597 | 16,857 | 5,399 | 3,469 | 8,679 | 0,013 | 6,468 | 4,842 | 1,304 | 2,196 | 6,942 | 0,042 | 2,532 | 20,837 | 68,663 | 1,906 | 0,796 | 8,912 | 4,084 | 9,577 |
| SO ₂ (ton m) | 0,021 | 0,201 | 0,379 | 1,252 | 1,413 | 0,367 | 0,288 | 0,400 | 0,002 | 0,791 | 0,568 | 0,134 | 0,162 | 0,432 | 0,003 | 0,182 | 1,463 | 4,360 | 0,146 | 0,040 | 0,664 | 0,537 | 0,927 |