



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

TEMA

**IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN LOS
PARQUEADEROS SUBTERRÁNEOS DEL CENTRO COMERCIAL
SAN MARINO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

AUTOR

Jara Flores Víctor Elías

**Trabajo de Titulación previo a la Obtención del Título de
INGENIERO CIVIL**

TUTOR

Ing. Andrés Ponce A. MSc.

**Guayaquil, Ecuador
2015**



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

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Víctor Elías Jara Flores, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero Civil.

TUTOR

Ing. Andrés Ponce A. MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Stefany Alcívar B. MSc.

Guayaquil, a los 24 días del mes de Septiembre del año 2015



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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Víctor Elías Jara Flores**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN LOS PARQUEADEROS SUBTERRÁNEOS DEL CENTRO COMERCIAL SAN MARINO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL** 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 24 días del mes de Septiembre del año 2015

EL AUTOR:

Víctor Elías Jara Flores



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

AUTORIZACIÓN

Yo, Víctor Elías Jara Flores

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN LOS PARQUEADEROS SUBTERRÁNEOS DEL CENTRO COMERCIAL SAN MARINO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 24 días del mes de Septiembre del año 2015

EL AUTOR:

Víctor Elías Jara Flores

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa más de mi vida.

A la Sra. Viviann Bravo de Jara, mi esposa, por su amor, ayuda, motivación y sacrificio para que pueda concluir la carrera.

Al Ing. Víctor Jara Martínez, mi padre, por su colaboración y sobre todo por su ejemplo de vida.

A la Sra. Marila Flores de Jara, mi madre, por su amor, dedicación e invaluable aporte en el transcurso de mi vida.

A Paola, Mariuxi y Marila, mis hermanas, ya que sin ustedes, esto no hubiese sido posible.

Al Ab. Manuel Adolfo Varas y Sra. Blanca Flores de Varas, mis tíos, por siempre estar ahí, preocupados y pendientes de mí.

A los Ingenieros Andrés Ponce y Federico von Buchwald, por su tiempo y consejos para realizar este trabajo de titulación.

VÍCTOR ELÍAS JARA FLORES

DEDICATORIA

Dedicado para la Sra. Blanca Salas vda. de Flores (+), mi Abuelita, por todos esos días, que al llegar de clases, se le iluminaban los ojos al verme, recuerdo sus palabras: cuando tu estés parado ahí, yo ya no estaré...

Para mi esposa Vivi, por su amor y paciencia.

Para Papá, Mamá y Hermanas, por su amor incondicional.

Para Anina, Larita, Emiliana y Gael, mis amores chiquitos.

VÍCTOR ELÍAS JARA FLORES



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

CALIFICACIÓN

**ING. ANDRÉS PONCE A. MSc.
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR**

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	01
CAPÍTULO 1.....	02
1.- Antecedentes.....	02
1.1 Tema a desarrollar.....	02
1.2 Parqueaderos.....	02
1.3 Gases contaminantes.....	03
1.4 Importancia del Tema.....	04
CAPÍTULO 2.....	05
2.- Objetivos.....	05
2.1 Objetivo General.....	05
2.2 Objetivos Específicos.....	05
CAPÍTULO 3.....	06
3.- Marco Legal.....	06
3.1 Norma de Calidad Aire Ambiente.....	06
3.2 Normativa OSHA.....	07
3.3 Concentraciones Máximas Permitidas.....	08

3.4 Material Particulado menor a 10 micrones PM10.....	08
3.5 Ruido.....	09
3.5.1 Zona Comercial.....	09
3.5.2 Zona Industrial.....	10
3.5.3 Zonas Mixtas.....	10
3.5.4 Definiciones citadas en el anexo 5 de los Límites Permisibles para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y Vibraciones del TULSMA.....	10
CAPÍTULO 4.....	12
4.0 Marco Teórico.....	12
4.1 Impacto Ambiental.....	12
4.1.1 Tipos de Impactos Ambientales.....	13
4.2 El Aire.....	14
4.3 Contaminantes del aire generados por la combustión de los vehículos.....	15
4.4 Monóxido de Carbono CO.....	16
4.5 Dióxido de Nitrógeno (NO₂).....	17
4.6 Dióxido de Azufre (SO₂).....	19
4.7 Material Particulado.....	20

4.7.1 Material Particulado PM10.....	21
4.7.2Material Particulado PM2.5.....	21
4.8 Ruido.....	21
4.8.1 Como controlar el ruido.....	23
4.8.2 Efectos en la salud del ser humano.....	23
4.8.2.1 Efectos Fisiológicos.....	23
4.8.2.2 Efectos Psicológicos.....	24
CAPÍTULO 5.....	26
5.0 Estudios Realizados.....	26
5.1Plan de Intervención de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.....	26
5.2 Resultados Obtenidos.....	29
CAPÍTULO 6.....	33
6.0 Diagnóstico.....	33
6.1 Ubicación.....	33
6.2 Levantamiento de información.....	33
6.3 Área de parqueaderos.....	34
CAPÍTULO 7.....	36

7.0 Monitoreos en sitio.....	36
7.1 Monitoreos.....	36
7.2 Equipos Utilizados.....	36
7.2.1 Calidad de Aire Ambiente.....	36
7.2.2 Material Particulado PM10 y PM2.5.....	36
7.2.3 Ruido.....	37
CAPÍTULO 8.....	38
8.0 Análisis de Resultados.....	38
8.1 Monitoreo Calidad de Aire Ambiente.....	38
8.2 Monitoreo Material Particulado.....	39
8.3 Monitoreo Ruido Ambiente.....	40
CAPÍTULO 9.....	41
9.0 Conclusiones y Recomendaciones.....	41
9.1 Conclusiones.....	41
9.2 Recomendaciones.....	42
CAPÍTULO 10.....	43
10.0 Bibliografía.....	44

CAPÍTULO 11.....46
11.0- Anexos.....46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla #1: Concentraciones de Contaminantes comunes	07
Tabla #2: Contaminantes en ambientes cerrados.....	07
Tabla #3: Niveles Máximos para Material Particulado.....	08
Tabla #4: Niveles Máximos de Emisión de Ruido para Fuentes Fijas.....	09
Tabla # 5: Resultados obtenidos del Monitoreo City Mall.....	27
Tabla # 6: Resultados obtenidos del Monitoreo Mall del Sol....	29
Tabla #7: Concentración de gases City Mall.....	30
Tabla #8: Concentración de gases Mall del Sol.....	31
Tabla #9: Resultados Obtenidos en Monitoreo Calidad de Aire Ambiente.....	38
Tabla #10: Resultados Obtenidos en Monitoreo Material Particulado PM10.....	39
Tabla #11: Resultados Obtenidos en Monitoreo Material Particulado PM2.5.....	39
Tabla #12: Resultados Obtenidos en Monitoreo Ruido Ambiente.....	40

RESUMEN

Este trabajo de titulación tiene como objetivo, establecer los niveles de contaminación ambiental que se encuentran en parqueaderos subterráneos, específicamente del Centro Comercial San Marino de la ciudad de Guayaquil.

Con datos actuales obtenidos en esta investigación, compararlos con las leyes que rigen en nuestro territorio.

Para los monitoreos que se realizaron, se contó con la participación de la empresa Soluciones Ambientales Ipsomary, quien de la manera más profesional atendió nuestro pedido.

Establecer las conclusiones y recomendaciones para evitar y/o aminorar los impactos ambientales, que perjudican tanto al medio ambiente como a quienes habitamos en este lugar.

Palabras Claves: (impacto ambiental, monitoreos, TULSMA, OSHA, aire, contaminación, gases)

INTRODUCCIÓN

Es muy común la sensación que sentimos todos los asistentes al Centro Comercial, que al ingresar al parqueadero subterráneo, una vez que ya hemos parqueado el vehículo, nos vemos en la imperiosa necesidad de lo más rápido posible, visualizar la puerta de ingreso más cercana y acceder a ella, ya que no es un ambiente para esperar a alguien más, menos aún entablar una conversación.

Debido a esto, hemos creído oportuno hacer una investigación acerca de que realmente ocurre en los parqueaderos subterráneos, mediante monitoreos de ciertos parámetros, y de esta manera cooperar para un mejor funcionamiento del establecimiento.

El monóxido de carbono es un gas inodoro que causa miles de muertes cada año en América del Norte. Inhalar monóxido de carbono es muy peligroso. Es la causa principal de muerte por intoxicación en los Estados Unidos.

CAPÍTULO 1

1.- ANTECEDENTES.-

1.1 Tema a desarrollar

El tema que se desarrollará en esta investigación es, **IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN LOS PARQUEADEROS SUBTERRÁNEOS DEL CENTRO COMERCIAL SAN MARINO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**, ubicado en las avenidas Francisco de Orellana y Carlos Luis Plaza Dañín, junto al centro comercial Plaza Quil y frente al Policentro

1.2 Parqueaderos

San Marino Shopping Center cuenta con los 2 sótanos destinados para parqueo, que tienen espacio para 1.500 vehículos. Los parqueaderos subterráneos son focos de contaminación y consecuente perjuicio a la salud. El parqueadero subterráneo ha sido una solución al constante crecimiento de las ciudades en las que cada vez hay menos espacio. Las metrópolis crecen verticalmente con grandes edificios y las construcciones proliferan aún en lugares en donde parece poco viable edificar columnas para rodearlas de cemento y hierro. Es así que las construcciones también crecen bajo tierra. Los parqueaderos subterráneos ahorran espacio en la ciudad pero se han convertido en lugares sofocantes y contaminantes.

1.3 Gases contaminantes

Los parqueaderos subterráneos ahorran espacio en la ciudad pero se han convertido en lugares sofocantes y contaminantes. El monóxido de carbono y el azufre son los elementos más perjudiciales para la salud y que se concentran en grandes cantidades en los parqueaderos subterráneos. *Diario El Comercio, Francisco Plaza, presidente de la Fundación contra el Ruido, Airecontaminantes y Tabaquismo (Funcorat).*

El neurólogo Alfredo Sierra explica que la exposición a estos gases tóxicos altera las defensas del sistema respiratorio ocasionando enfermedades crónicas como asma. Asimismo, puede provocar bronquitis, neumonía y rinosinusitis. En los parqueaderos, además, el contacto con las paredes puede implicar traspasos bacteriales que afecten la piel.

Virgilio Macías, ex Ministro de Salud, indicó para El Comercio que quienes vivan o laboren en edificios con parqueos subterráneos deben usar permanentemente mascarillas para evitar la aspiración de plomo, principalmente. “El pulmón tiene 15 respiraciones por minuto. Los tóxicos van degenerándolos lentamente”, sostuvo.

Al momento de ingresar en los vehículos al parqueadero subterráneo, lo ideal sería acceder a un puesto de parqueo lo más rápido posible, pero en muchas ocasiones, esto no es lo que acontece, entonces los vehículos continúan circulando en el interior del parqueadero subterráneo hasta encontrar un parqueo libre y poder estacionarse. Debido a esta circulación de vehículos, se produce una contaminación ambiental, ya sea por los gases que emanan los vehículos y/o por el ruido ocasionado muchas veces por los conductores, quienes en su afán de encontrar un estacionamiento libre, pierden la paciencia y oprimen la bocina del vehículo, afectando el sentido auditivo de las personas que ya han dejado sus vehículos estacionados y caminando se dirigen desde su vehículo a la puerta más cercana de ingreso del Centro Comercial.

Es oportuno y adecuado mediante los monitoreos y mediciones obtener los resultados y establecer una comparación con los parámetros especificados en el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION AMBIENTAL SECUNDARIA DEL MINISTERIO DE AMBIENTE (TULSMA) para analizarlos y plantear las conclusiones en base a datos claros y precisos.

1.4.- Importancia del tema.

En un estudio realizado por Ipsa Group en 2011, se determinó que San Marino Shopping Center era el tercer centro comercial más visitado de la ciudad con un 20% de afluencia, superado por Mall del Sol y Mall del Sur. Sin embargo, en años posteriores el City Mall pasó a ocupar su lugar como el tercer centro comercial más visitado; por lo cual es de suma importancia establecer los valores de los parámetros de IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN LOS PARQUEADEROS SUBTERRÁNEOS DEL CENTRO COMERCIAL SAN MARINO DE GUAYAQUIL, para de ésta manera, recomendar soluciones y aminorar estos impactos ambientales (si en caso los hubiere cabe recalcar).

CAPÍTULO 2

2.- OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Analizar el **IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN LOS PARQUEADEROS SUBTERRÁNEOS DEL CENTRO COMERCIAL SAN MARINO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.**

2.2 Objetivos Específicos

a) Medir concentraciones de contaminantes comunes del aire como:

- Monóxido de Carbono CO
- Dióxido de Nitrógeno NO₂
- Dióxido de Azufre SO₂
- Material Particulado PM₁₀ – PM_{2.5}
- Ruido

b) Cuantificar los automotores que ingresan al parqueadero subterráneo, número de parqueos, área disponible por parqueo.

c) Analizar resultados detenidamente con las normas aplicables, y establecer conclusiones y recomendaciones a seguir para un funcionamiento óptimo sustentable con el medio ambiente.

CAPÍTULO 3

3.- MARCO LEGAL

3.1 Norma de Calidad Aire Ambiente

En nuestro país nos regimos en base al TEXTO UNIFICADO LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE. El Libro VI Anexo 4 que se refiere a la NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

De dicha norma extraemos las siguientes tablas, que serán nuestras fuentes de análisis, para comparar los resultados de los monitoreos con los límites permisibles.

Para Calidad de Aire Ambiente.

Tabla 1. Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire [1]

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
MONÓXIDO DE CARBONO CONCENTRACIÓN PROMEDIO EN OCHO HORAS	15000	30000	40000
OXIDANTES FOTOQUÍMICOS EXPRESADOS COMO OZONO. CONCENTRACIÓN PROMEDIO EN UNA HORA	300	600	800
ÓXIDOS DE NITRÓGENO, COMO NO ₂ CONCENTRACIÓN	1200	2300	3000

PROMEDIO EN UNA HORA			
DIÓXIDO DE AZUFRE CONCENTRACIÓN PROMEDIO EN VEINTICUATRO HORAS	800	1600	2100
MATERIAL PARTICULADO PM10 CONCENTRACIÓN EN VEINTICUATRO HORAS	250	400	500

Tabla #1, Concentraciones de Contaminantes comunes. Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.

[1] Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y 760 mm Hg.

3.2 Normativa OSHA

CONTAMINANTE	ppm (partes por millón)
Monóxido de Carbono	50
Dióxido de Nitrógeno	5
Dióxido de Azufre	5

Tabla #2, Contaminantes en ambientes cerrados. Fuente: Normativa Osha.

3.3 CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMITIDAS (Anexo 4 de la Norma de Calidad de Aire Ambiente, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente).

Los valores de concentraciones de contaminantes comunes del aire deberán corregirse de acuerdo a las condiciones de la localidad en que se efectúen dichas mediciones, para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$C_c = C_o * \frac{760 \text{ mmHg}}{P_{blmmHg}} * \frac{(273 + t^{\circ}\text{C})^{\circ} \text{K}}{298^{\circ} \text{K}}$$

Donde:

Cc: concentración corregida

Co: concentración observada

Pbl: presión atmosférica local, en milímetros de mercurio (755 mmHg)

t°C: temperatura local, en grados centígrados[2].

3.4 Material Particulado menor a 10 micrones (PM10)

Contaminante y período de tiempo	Alerta	Alarma	Emergencia
Material Particulado PM10 Concentración en veinticuatro horas (24) horas	250 µg/m³	400 µg/m³	500 µg/m³

Tabla #3, Niveles máximos para Material Particulado. Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente TULSMA.

3.5 Ruido

Tomando como referencia el Acuerdo Ministerial Nº 028 TULSMA LIBRO VI ANEXO 5.

El nivel de presión sonora continua equivalente corregido, LKeq en decibeles, obtenido de la evaluación de ruido emitido por una Fuente Fija de Ruido, no podrá exceder los niveles que se fijan en la tabla #4, de acuerdo al uso del suelo en que se encuentre [3].

Tabla 4: Niveles máximos de emisión de ruido (LKq) para fuentes fijas de ruido

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FUENTES FIJAS DE RUIDO		
Uso del Suelo	Lkeq (dB)	
	Período Diurno	Período Nocturno
	De 07H01 a 21H00 horas	De 21H01 a 07H00 horas
Zona Residencial (RI)	55	45
Zona Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Zona Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Zona Comercial (CM)	60	50
Zona Agrícola Residencial (AR)	65	45
Zona Industrial (ID1/ID2)	65	55
Zona Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el Lkeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2 Lkeq para este caso = Diurno 55dB y Nocturno 45 dB.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del Lkeq para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.	

Tabla #4, Niveles Máximos de Emisión de Ruido para Fuentes Fijas. Fuente: TULSMA.

3.5.1 Zona Comercial

Aquella cuyos usos de suelo permitidos son de tipo comercial, es decir, áreas en que los seres humanos requieren conversar, y tal conversación es esencial en el propósito del uso del suelo [3].

3.5.2 Zona Industrial

Aquella cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, pero en que la necesidad de conversación es limitada [3].

3.5.3 Zonas Mixtas

Aquellas en que coexisten en varios de los usos del suelo definidos anteriormente. Zona Residencial Mixta comprende mayoritariamente uso residencial, pero en el que se presentan actividades comerciales. Zona Mixta Comercial comprende un uso de suelo predominantemente comercial, pero en que se puede verificar la presencia, limitada, de fábricas o talleres. Zona Mixta Industrial se refiere a una zona con uso de suelo industrial predominante, pero en que es posible encontrar sea residencia o actividades comerciales [3].

3.5.4 Definiciones citadas en el Anexo 5 de los Límites Permisibles para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y Vibraciones del TULSMA.

Decibel (dB): Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o intensidad sonora [2].

Nivel de presión sonora: expresado en decibeles, es la relación entre la presión sonora siendo medida y una presión sonora de referencia [2].

Nivel de presión sonora continuo equivalente: Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido [2].

Ruido de fondo: Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación [2].

Fuentes fijas: Elemento o conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido hacia el exterior, a través de las colindancias del predio, por el aire y/o por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social [2].

CAPÍTULO 4

4.- MARCO TEÓRICO.-

4.1 Impacto Ambiental

Se define impacto ambiental como la “Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, sin embargo el instrumento Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se orienta a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto (impactos potenciales), o sea que no han sido iniciadas. De aquí el carácter preventivo del instrumento (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México 2012) [6].

Se dice que hay Impacto Ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales [9].

Hay que hacer constar que el termino impacto no implica negatividad, ya que estos pueden ser tanto positivos como negativos.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir la alteración neta (positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano) resultante de una actuación. (Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Vicente Conesa Fernández – Vitora, 1993. [9])

4.1.1 Tipos de impactos ambientales

Existen diversos tipos de impactos ambientales, pero fundamentalmente se pueden clasificar, de acuerdo a su origen, en los provocados por:

- a) El aprovechamiento de recursos naturales ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal o la pesca; o no renovables, tales como la extracción del petróleo o del carbón [6].
- b) Contaminación. Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente [6].
- c) Ocupación del territorio. Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras [6].

Asimismo, existen diversas clasificaciones de impactos ambientales de acuerdo a sus atributos; por ejemplo:

- a) Positivo o Negativo En términos del efecto resultante en el ambiente [6].
- b) Directo o Indirecto Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción [6].
- c) Acumulativo Es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente [6].
- d) Sinérgico Se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales [6].
- e) Residual El que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación [6].

- f) Temporal ó Permanente Si es por un período determinado o es definitivo [6].
- g) Reversible ó Irreversible Dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales [6].
- h) Continuo ó Periódico Dependiendo del período en que se manifieste [6].

4.2 EL AIRE

El aire es el elemento básico de todo ser vivo.

El aire está compuesto por una mezcla de gases que constituye la atmósfera: nitrógeno, oxígeno, argón, anhídrido carbónico; además contiene vapor de agua y gases raros menores, como el helio, criptón, radón, xenón y ozono.

Según el Libro VI Anexo 4), también llamado aire ambiente, es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica [2].

Los filósofos griegos (A.C) tuvieron distintas ideas para explicar el significado del aire. Según Anaxímenes, el aire era el principio de todas las cosas, para Empédocles era uno de los cuatro elementos primordiales junto con el agua, el fuego y la tierra. Pero sólo fue hasta mediados del siglo XVII que Lavoisier junto con otros científicos demostraron que el aire era una mezcla de varios elementos. El aire es un componente natural esencial para el desarrollo de la vida en la tierra, sin él, nuestro planeta estaría muerto y no podrían existir las plantas, los animales ni los seres humanos [8].

Podemos denominar al aire como todo el medio ambiente que nos rodea.

El aire tiene propiedades físicas y químicas:

a) Propiedades Físicas

- Es de menor peso que el agua.
- Es de menor densidad que el agua.
- No tiene volumen definido.
- No existe en el vacío.
- Es un fluido transparente, incoloro, inodoro e insípido.
- Es un buen aislante térmico y eléctrico.
- Un (1) litro de aire pesa 1,29 gramos, en condiciones normales [10].

b) Propiedades Químicas

- Reacciona con la temperatura, condensándose en hielo a bajas temperaturas y produce corrientes de aire.
- Está compuesto por varios elementos básicos para la vida [10].

4.3 CONTAMINANTES DEL AIRE GENERADOS POR LA COMBUSTIÓN DE LOS VEHÍCULOS

Las emisiones tóxicas se clasifican en reglamentadas y no reglamentadas. Su acción sobre el organismo humano es diferente: desde sensaciones desagradables hasta enfermedades graves, incluyendo el cáncer, en concentraciones considerables pueden tener efecto letal [11].

Las emisiones tóxicas se refieren a : CO, Óxidos de Nitrógeno, CxHy, el Smog, el humeado (humo) y el hollín, los Aldehídos, Dióxido de azufre (SO₂), Dióxido de Carbono (CO₂), así como partículas sólidas (PS) [11].

4.4 EL MONOXIDO DE CARBONO (CO)



Co

La concentración de Monóxido de Carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un periodo de ocho horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cubico ($10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) no más de una vez en un año. La concentración máxima en una hora de monóxido de carbono no deberá exceder cuarenta mil microgramos por metro cubico ($40000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) no más de una vez en un año [2].

Es un gas incoloro, inodoro, un poco más ligero que el aire y prácticamente insoluble en agua. Es producto de la combustión incompleta del combustible. Se forma como consecuencia de la mala pulverización del combustible, de la reacción de llama fría, así como la disociación del dióxido de carbono a altas temperaturas, cuando se quema en atmósfera de oxígeno, continúa oxidándose hasta formar el dióxido de carbono; a veces, el proceso de combustión del CO prosigue en el conducto de escape. Durante el funcionamiento de los motores diesel, la concentración del CO en los gases de escape no es significativa (aproximadamente 0.1 - 0.2 %); por lo tanto, sólo se toma en consideración la concentración del CO para los motores de carburador [11].

La acción del CO sobre el organismo humano se manifiesta en las perturbaciones funcionales del sistema nervioso central, dolores de cabeza,

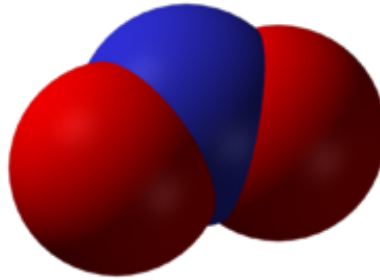
enflaquecimiento, sensaciones dolorosas en el corazón, náuseas y vómitos; consecuencias de la sub alimentación de oxígeno [11].

Esto ocurre porque el CO altera la composición de la sangre, reduce la formación hemoglobina, entrando en reacción con ésta, y perturba el proceso de oxigenación del organismo (la absorción de CO en la sangre es 240 veces más que la del oxígeno) [11].

Con concentraciones de CO en el aire superiores a 0.01 % y 0.02% (por volumen) se observan síntomas de intoxicación y cuando llega a ser entre 0.2 % y 0.25 %, viene el desmayo en unos 25 a 30 minutos [11].

El monóxido de carbono es un gas inodoro que causa miles de muertes cada año en América del Norte. Inhalar monóxido de carbono es muy peligroso. Es la causa principal de muerte por intoxicación en los Estados Unidos.

4.5 DIÓXIDO DE NITRÓGENO NO₂



El promedio aritmético de la concentración de Dióxido de nitrógeno, expresada como NO₂ , y determinadas en todas las muestras en un año, no deberá exceder de cien microgramos por metro cubico (100 µg/m³). La concentración máxima en 24 horas no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cubico (150 µg/m³) más de (2) veces en un año [2].

Es un agente sumamente oxidante, soluble en agua, de color café-rojizo, constituido por un átomo de nitrógeno y dos átomos de oxígeno en su estructura molecular. Constituye uno de los precursores básicos de la neblina o smog fotoquímico y se distingue a simple vista en las grandes urbes por la coloración café-rojizo [12].

En su estado natural es un compuesto químico de color marrón o amarillo, gaseoso, que se forma como subproducto en la combustión en altas temperaturas, como en motores de vehículos y en plantas industriales. Se forma en la atmósfera por la combinación directa del monóxido de nitrógeno generado en la combustión de los motores y las plantas eléctricas [12].

La formación de NO_2 en la atmósfera resulta de la oxidación del NO generado en los cilindros de los motores de combustión interna por combinación directa de nitrógeno y oxígeno. La permanencia media del dióxido de nitrógeno en la atmósfera es de un día [12].

Es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato. Estas llevan a la producción de ácido y elevados niveles de $\text{PM}_{2.5}$ en el ambiente [12].

Muchos de los efectos ambientales que se atribuyen al NO_2 se deben en realidad a los productos de diversas reacciones asociadas. En presencia de luz solar el NO_2 se disocia en NO y O , donde el oxígeno atómico (O) reacciona con el oxígeno molecular del ambiente (O_2) para producir ozono (O_3), el cual es un contaminante altamente oxidante de efectos conocidos [12].

El dióxido de nitrógeno puede irritar los pulmones, causar bronquitis y pulmonía, así como reducción significativa de la resistencia respiratoria a las infecciones.

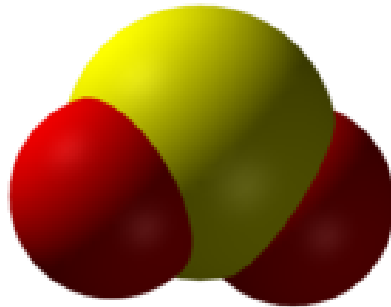
Afecta principalmente al sistema respiratorio. La exposición a corto plazo en altos niveles causa daños en las células pulmonares, mientras que la exposición a más largo plazo en niveles bajos de dióxido de nitrógeno puede causar cambios irreversibles en el tejido pulmonar similares a un enfisema [12].

Los efectos de exposición a corto plazo no son claros, pero la exposición continua o frecuente a concentraciones mayores a las encontradas normalmente en el aire, puede causar un incremento en la incidencia de enfermedades respiratorias en los niños, agravamiento de afecciones en individuos asmáticos y con enfermedades respiratorias crónicas [12].

Actualmente se acepta que no hay evidencia científica confiable que sugiera la posibilidad de efectos crónicos atribuibles al NO_2 . Sin embargo, el dióxido de nitrógeno puede ser fatal a concentraciones elevadas [12].

La OMS recomienda como límite para preservar la salud pública una concentración máxima diaria de 0.11 ppm (ó $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) promedio de 1 hora una vez al año, y 0.023 ppm (ó $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en una media aritmética anual [12].

4.6 EL DIÓXIDO DE AZUFRE SO_2



El promedio aritmético de la concentración de SO_2 determinada en todas las muestras en un año no deberá exceder de ochenta microgramos por metro cubico ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La concentración máxima en 24 horas no deberá exceder trescientos cincuenta microgramos por metro cúbico ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$), más de una vez en un año [2].

Se forman durante el funcionamiento del motor con combustible que contienen compuestos sulfurosos (su presencia es característica en los motores diesel), éstos compuestos ocasionan irritaciones fuertes de los ojos y de los órganos del olfato, pues el SO₂ absorbe la humedad para formar el ácido. Son extremadamente nocivos para las plantas [11].

4.7 MATERIAL PARTICULADO

Material Particulado (PM) es una compleja mezcla de partículas suspendidas en el aire las que varían en tamaño y composición dependiendo de sus fuentes de emisiones.

Las partículas sólidas se manifiestan en un amplio rango de tamaños, pero desde el punto de vista de la salud, las que mayor interés tienen son las partículas con diámetros menores a 10 micrómetros (PM₁₀) que son las que pueden ser inhaladas y se acumulan dentro del sistema respiratorio; dentro de ellas, especial atención demandan las partículas menores a 2.5 micrómetros de diámetro (PM_{2.5}), generalmente referidas como finas [16].

El seguimiento del material particulado atmosférico en suspensión en las redes de vigilancia de calidad del aire se debe a sus adversos efectos sobre la salud en los seres humanos, a su capacidad de reducción de la visibilidad y a su influencia sobre el clima. La Organización Mundial de la Salud ha insistido en que para este tipo de contaminantes no existe un valor bajo el cual es inofensivo para la salud humana y más bien la gravedad de los daños está relacionada con los tiempos de exposición que pueden ir desde un día hasta períodos mucho mayores [16].

Es por esta razón que se hace indispensable llevar un control por medio de constantes programas de monitoreo en cada fuente fija con el único fin de conservar el medio ambiente libre de contaminantes para nuestras futuras generaciones [16].

4.7.1 MATERIAL PARTICULADO PM10.-

El promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cubico ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cubico ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año [2].

4.7.2 MATERIAL PARTICULADO PM2.5.-

Se ha establecido que el promedio aritmético de la concentración de PM2.5 de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cubico ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder sesenta y cinco microgramos por metro cubico ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año [2].

4.8 RUIDO

El ruido es sonido no deseado. "Ruido" viene del latín, "rugitus", rugido.

El ruido experimentado por personas que no lo producen se denomina "ruido ajeno". De la misma forma que el humo de un cigarrillo ajeno, el ruido ajeno puede tener un impacto negativo sobre las personas sin su consentimiento [17].

El ruido es sonido no deseado, y en la actualidad se encuentra entre los contaminantes más invasivos. El ruido del tránsito, de aviones, de camiones de recolección de residuos, de equipos y maquinarias de la construcción, de los procesos industriales de fabricación, de cortadoras de césped, de equipos de sonido fijos o montados en automóviles, por mencionar sólo unos pocos, se encuentran entre los sonidos no deseados que se emiten a la atmósfera en forma rutinaria [17].

El problema con el ruido no es únicamente que sea no deseado, sino también que afecta negativamente la salud y el bienestar humanos. Algunos de los inconvenientes producidos por el ruido son la pérdida auditiva, el estrés, la alta presión sanguínea, la pérdida de sueño, la distracción y la pérdida de productividad, así como una reducción general de la calidad de vida y la tranquilidad [17].

La contaminación acústica es considerada por la mayoría de la población de las grandes ciudades como un factor medioambiental muy importante, que incide de forma principal en su calidad de vida. La contaminación ambiental urbana o ruido ambiental es una consecuencia directa no deseada de las propias actividades que se desarrollan en las grandes ciudades [18].

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de la audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada. El ruido se mide en decibelios (dB); los equipos de medida más utilizados son los sonómetros. Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2011, considera los 50dB como el límite superior deseable [18].

Según la Revista *Ambientum* 2004, la primera declaración internacional que contemplo las consecuencias del ruido se remonta a 1972, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación. En el año 1979 el ruido es clasificado como un contaminante específico por la Conferencia de Estocolmo, mientras que, tres años antes, en 1976, la Asociación Médica Mundial elabora su Declaración sobre la Contaminación, en la que mantiene que la contaminación acústica se conforma por “niveles excesivamente altos de sonidos producidos por instalaciones industriales, sistemas de transporte, sistemas de audio y otros

medios que pueden llegar a producir una pérdida permanente de la audición, otros efectos pato fisiológicos y problemas emocionales" [13].

4.8.1 Como controlar el ruido

Los métodos para contrarrestar los sonidos excesivos se clasifican en activos y pasivos (los más desarrollados) y actúan sobre la fuente que los produce. Es conocida la eficacia de métodos pasivos como los absorbentes superficiales (pantallas acústicas), silenciadores reactivos, materiales porosos, soportes antivibratorios o resonadores [13].

Estas técnicas responden a un planteamiento defensivo, lo que limita su efectividad última, y un ejemplo de ello lo encontramos en la arquitectura (solo se insonorizan teatros, cines y auditorios) y en la planificación urbana. Esta última abarca aspectos tan determinantes como el tipo de construcción de la calzada, cuya calidad incide en los niveles de ruido producido por el rozamiento de los vehículos, que pueden ser incluso superiores a las vibraciones del motor del coche [13].

4.8.2 Efectos en la salud del ser humano

4.8.2.1 Efectos fisiológicos

a) Efectos Auditivos: la exposición a niveles de ruido intenso, da lugar a pérdidas de audición, que si en un principio son recuperables cuando el ruido cesa, con el tiempo pueden llegar a hacerse irreversibles, convirtiéndose en sordera. Esta sordera es de percepción y simétrica, lo que significa que afecta ambos oídos con idéntica intensidad [19].

b) Efectos No Auditivos: el ruido también actúa negativamente sobre otras partes del organismo, donde se ha comprobado que bastan 50 o 60 dB para que existan enfermedades asociadas al estímulo sonoro. En presencia del

ruido, el organismo adopta una postura defensiva y hace uso de sus mecanismos de protección. Entre los 95 y 105 dB se producen las siguientes afecciones

- Afecciones en el riego cerebral
- Alteraciones en la coordinación del sistema nervioso central.
- Alteraciones en el proceso digestivo.
- Cólicos y trastornos intestinales.
- Aumento de la tensión muscular y presión arterial.
- Cambios de pulso en el encefalograma [19].

4.8.2.2 Efectos Psicológicos

a) Efectos sobre la conducta: la aparición súbita de un ruido puede producir alteraciones en la conducta que, al menos momentáneamente, puede hacerse más abúlica, o más agresiva, o mostrar el sujeto un mayor grado de desinterés o irritabilidad [19].

b) Efectos en la Memoria: en tareas donde se utiliza la memoria, se observa un mejor rendimiento en los sujetos que no han estado sometidos al ruido. Ya que con este ruido crece el nivel de activación del sujeto y esto, que en un principio puede ser ventajoso, en relación con el rendimiento en cierto tipo de tareas, resulta que lo que produce es una sobreactivación que conlleva un descenso en el rendimiento [19].

c) Efectos en la atención: el ruido repercute sobre la atención, focalizándola hacia los aspectos más importantes de la tarea, en detrimento de aquellos otros aspectos considerados de menor relevancia [19].

d) Efectos en el Embarazo: se ha observado que las madres embarazadas que han estado desde el principio en una zona muy ruidosa, tienen niños que

no sufren alteraciones, pero si se han instalado en estos lugares después de los 5 meses de gestación (el oído se hace funcional), después del parto los niños no soportan el ruido, lloran cada vez que lo sienten, y al nacer su tamaño es inferior al normal [19].

CAPÍTULO 5

5.- ESTUDIOS REALIZADOS.-

5.1 Plan de Intervención de la MUY ILUSTRE MUNICIPLIDAD DE GUAYAQUIL (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO)

Entre los meses de marzo y abril del año 2012, se realizó el “PLAN DE INTERVENCIÓN DE CENTROS COMERCIALES – MONITOREOS DE GASES EN ÁREA DE ESTACIONAMIENTOS”, cuyo objetivo principal fue la determinación de la concentración de los contaminantes presentes en las áreas de estacionamientos de los Centros Comerciales de la ciudad de Guayaquil [1].

Personal técnico de la Dirección de Medio Ambiente de la MUY ILUSTRE MUNICIPLIDAD DE GUAYAQUIL (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO) realizó una visita previa a las áreas de estacionamientos de los centros comerciales determinando los lugares donde se instalaron los equipos de medición de gases, tomando como criterio para la ubicación de las estaciones de monitoreo: que el punto no sea influenciado por tubos de escape de vehículos, y que sea un área de tránsito vehicular [1].

En los lugares determinados se instalaron equipos del tipo HAZ-SCANNER model – EPAS serie 12113631 [1].

CENTRO COMERCIAL CITY MALL				
PUNTO 1: PARQUEADERO DE SUBNIVEL				
HORARIO: 13H17 - 9H28				
FECHA: 26-ABRIL-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	0	8,96951	3,32723	2,55284
PUNTO 2: PARQUEADERO PLANTA BAJA CERCA DE MEGAMAXI				
HORARIO: 11H32 - 19H34				
FECHA: 7-MAYO-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	3,74534	1,74327	65,6086	4,74741
PUNTO 3: PARQUEADERO P. BAJA CERCA DE LETRERO CINEMARK				
HORARIO: 11H41 - 19H42				
FECHA: 7-MAYO-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	0	0,302904	97,8858	2,54356

Tabla #5, Resultados obtenidos del Monitoreo City Mall. Fuente: MIMG Plan de Intervención en centros comerciales – Monitoreos de gases en área de estacionamientos – Fase 1.

CENTRO COMERCIAL MALL DEL SOL				
PUNTO 1: SUBNIVEL CENTRAL PARQUEO CENTRAL CERCA DE LA ENTRADA DE PYCCA				
HORARIO: 15H16 - 23H35				
FECHA: 27-MARZO-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	19,64	5,192	101,312	0,586
PUNTO 2: SUBNIVEL CENTRAL ESTACIONAMIENTO PARA DISCAPACITADOS				
HORARIO: 15H11 - 23H04				
FECHA: 28-MARZO-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	0	11,54	155,571	3,08649
PUNTO 3: SUBNIVEL ZONA DE SEGURIDAD SUR				
HORARIO: 15H02 - 23H18				
FECHA: 29-MARZO-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	0	0,57344	240,951	3,13078
PUNTO 4: PLANTA BAJA TORRE SUR				
HORARIO: 15H11 - 23H29				
FECHA: 29-MARZO-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	29,6012	0	207,979	4,5531
PUNTO 5: PISO 1 TORRE SUR				
HORARIO: 13H20 - 21H03				
FECHA: 30-MARZO-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	53,6034	0,838362	306,497	4,81034
PUNTO 6: PISO 2 TORRE SUR				
HORARIO: 13H23 - 21H06				
FECHA: 30-MARZO-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	0	3,13146	274,564	2,97413
PUNTO 7: PISO 3 TORRE SUR CERCA DE MEGAMAXI				
HORARIO: 12H21 - 20H28				
FECHA: 3-ABRIL-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	0	2,05942	60,7049	2,66803
PUNTO 8: PLANTA BAJA TORRE NORTE CERCA DE SUKASA				
HORARIO: 12H29 - 20H49				
FECHA: 3-ABRIL-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	31,1816	1,56087	192,325	6,2978

PUNTO 9: PISO 1 TORRE NORTE				
HORARIO: 13H04 - 21H49				
FECHA: 4-ABRIL-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	0	9,43536	126,55	2,72433
PUNTO 10: PISO 2 TORRE NORTE				
HORARIO: 13H11 - 21H58				
FECHA: 4-ABRIL-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	0,920454	3,26515	41,1382	5,7178
PUNTO 11: PISO 3 TORRE NORTE				
HORARIO: 11H23 - 20H08				
FECHA: 5-ABRIL-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	30,2813	0,735741	302,944	5,54562
PUNTO 12: SUBNIVEL ZONA DE SEGURIDAD NORTE				
HORARIO: 11H11 - 20H26				
FECHA: 5-ABRIL-2012				
	CO	NO2	SO2	O3
	0	6,75899	28,8471	2,89028

Tabla #6, Resultados obtenidos del Monitoreo Mall del Sol. Fuente: MIMG Plan de Intervención en centros comerciales – Monitoreos de gases en área de estacionamientos – Fase 1.

5.2 Resultados Obtenidos

Para realizar el análisis de resultados obtenidos, tomaron como referencia los límites para aire contaminado establecidos en la Normativa OSHA (Occupational Safety Health Standards) en la cual se indican los valores máximos permitidos de contaminantes en ambientes cerrados, esto se debió a que en el Texto Unificado de Legislación Ambiental TULAS en su anexo 4 solo se analizan los valores máximos para aire ambiente [1].

En el Centro Comercial “CITY MALL” se obtuvo la siguiente concentración de gases contaminantes dentro de los periodos monitoreados:

PUNTOS DE MONITOREO	CO (PPM)	NO2 (PPB)	SO2 (PPB)	O3 (PPB)
PUNTO 1: PARQUEADERO DE SUBNIVEL	0	8,96951	3,32723	2,55284
PUNTO 2: PARQUEADERO P.BAJA MEGAMAXI	3,74534	1,74327	65,6086	4,74741
PUNTO 3: PARQUEADERO P.BAJA CINEMARK	0	0,302904	97,8858	2,54356
MÁXIMO PERMISIBLE	50	5000	5000	100

Tabla #7, Concentración de gases City Mall. Fuente: MIMG Plan de Intervención en centros comerciales – Monitoreos de gases en área de estacionamientos – Fase 1.

Los valores registrados no exceden los límites máximos permisibles indicados en la OSHA tabla Z-1.

En el Centro Comercial “MALL DEL SOL” se obtuvo la siguiente concentración de gases contaminantes dentro de los periodos monitoreados:

PUNTOS DE MONITOREO	CO (PPM)	NO2 (PPB)	SO2 (PPB)	O3 (PPB)
PUNTO 1: SUBNIVEL ENTRADA CERCA DE PYCCA	19,64	5,192	101,312	0,586
PUNTO 2: SUBNIVEL AREA DE DISCAPACITADOS	0	11,54	155,571	3,08649
PUNTO 3: PLANTA BAJA TORRE SUR	0	0,57344	240,951	3,13078
PUNTO 4: PLANTA BAJA TORRE SUR	29,6012	0	207,979	4,5531
PUNTO 5: PISO 1 TORRE SUR	53,6034	0,838362	306,497	4,81034
PUNTO 6: PISO 2 TORRE SUR	0	3,13146	274,564	2,97413
PUNTO 7: PISO 3 TORRE SUR CERCA DE MEGAMAXI	0	2,05942	60,7049	2,66803
PUNTO 8: PLANTA BAJA TORRE NORTE	31,1816	1,56087	192,325	6,2978
PUNTO 9: PISO 1 TORRE NORTE	0	9,43536	126,55	2,72433
PUNTO 10: PISO 2 TORRE NORTE	0,920454	3,26515	41,1382	5,7178
PUNTO 11: PISO 3 TORRE NORTE	30,2813	0,735741	302,944	5,54562
PUNTO 12: SUBNIVEL ZONA DE SEGURIDAD NORTE	0	6,75899	28,8471	2,89028
MÁXIMO PERMISIBLE	50	5000	5000	100

Tabla #8, Concentración de gases Mall del Sol. Fuente: MIMG Plan de Intervención en centros comerciales – Monitoreos de gases en área de estacionamientos – Fase 1.

Dentro de los valores registrados en el Centro Comercial “MALL DEL SOL”, en el caso del Monóxido de Carbono se reportaron lecturas promedio superiores al límite máximo permisible, esto se puede observar en el Punto 5 [1].

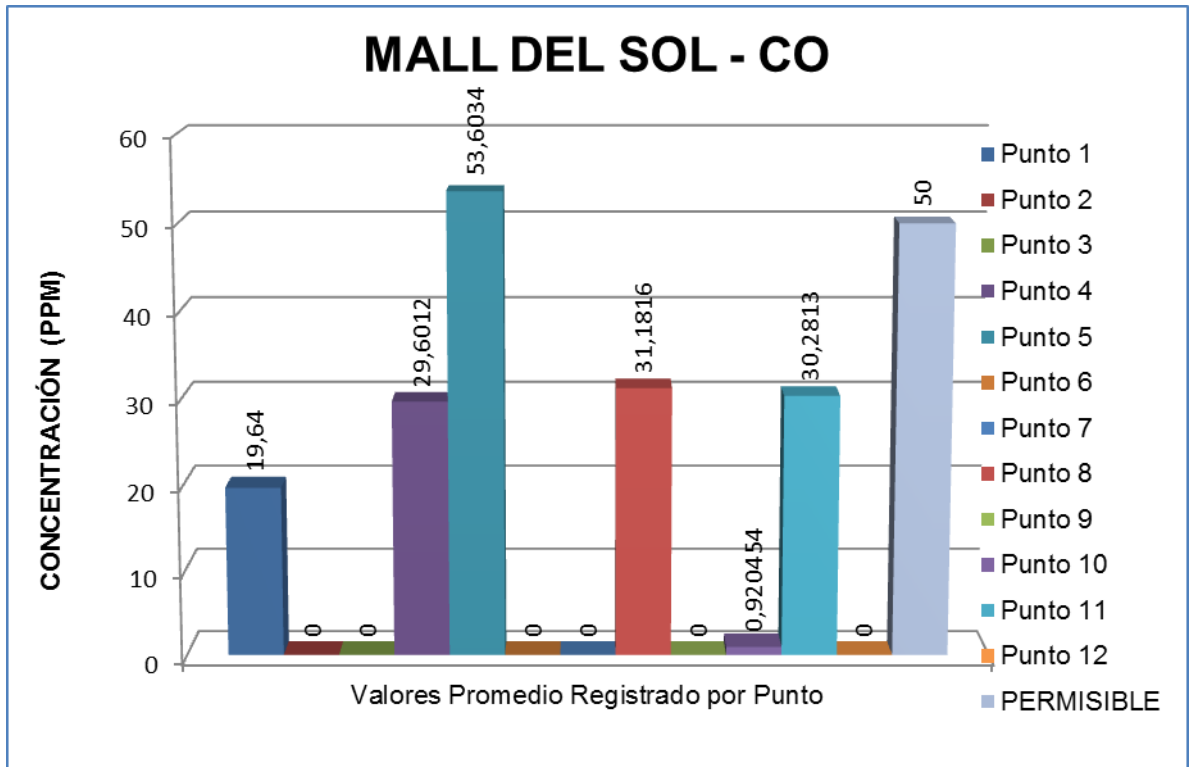


Gráfico #1, Concentraciones de gases. Fuente: MIMG Plan de Intervención en centros comerciales – Monitoreos de gases en área de estacionamientos – Fase 1.

CAPÍTULO 6

6.- Diagnóstico.

6.1 Ubicación



Foto #1, Vista aérea del Centro Comercial. Fuente: Google.

El CENTRO COMERCIAL SAN MARINO, está ubicado en las avenidas Francisco de Orellana y Carlos Luis Plaza Dañín, junto al centro comercial Plaza Quil y frente al Policentro.

6.2 Levantamiento de información

El día domingo 31 de mayo de 2015, se realizó un conteo de los vehículos que ingresaron al parqueadero subterráneo del Centro Comercial San Marino.

En la puerta que da a la Av. Francisco de Orellana se contabilizaron 3100 vehículos y en la puerta junto al centro comercial Plaza Quil un total de 3300 vehículos.

Por lo general de lunes a viernes entran un promedio de 2300 vehículos por cada puerta, aumentando cierto porcentaje los fines de semana (información proporcionada por un guardia del centro comercial).

6.3 Área de los parqueaderos

Ancho: 2,80 mt

Largo: 4,35 mt

Área: 12,18 mt²



Foto #2, Parqueadero Subterráneo del Centro Comercial. Autor: Víctor Jara F.



Foto #3, Parqueadero Subterráneo del Centro Comercial. Autor: Víctor Jara F.

CAPÍTULO 7

7.- MONITOREOS EN SITIO

7.1 Monitoreos

Para la realización de los monitoreos, se contrató a la empresa Soluciones Ambientales Ipsomary, quien en su área de laboratorios posee personal altamente capacitado en la ejecución de ensayos y cuenta con la Acreditación ISO17025, lo cual garantiza el desarrollo de las mediciones requeridas bajo los más altos criterios de compromiso y calidad.

El día martes 18 de agosto a las 11H00 se realizaron los monitoreos de Material Particulado PM10 y Pm2.5, en conjunto con el de Ruido Ambiente.

El monitoreo de Calidad de Aire Ambiente se lo efectuó el día viernes 21 de agosto a las 17H00.

7.2 Equipos Utilizados

7.2.1 Calidad de Aire Ambiente

Para el monitoreo de Calidad de Aire Ambiente se utilizó un equipo marca QUEST modelo EVM-7, Serie EMK020019, el cual es un equipo certificado para la evaluación de la calidad del aire ambiente. (Ver anexo, p.46-47)

7.2.2 Material Particulado PM10 y PM2.5

Se utilizó el contador de partículas AEROCET 531 con número de serie N15034, totalmente portable, almacena hasta 4000 expedientes en tiempo real. Esta unidad contiene una fuente de radiación beta que determina la ganancia de peso en un filtro, a medida que este experimenta acumulación de partículas dando cumplimiento al método alternativo para determinación de Material Particulado PM10 y PM2.5 de la norma de calidad del aire ambiente de la legislación Ambiental Ecuatoriana. (Ver anexo, p.48)

El rango de concentración es de 0 – 1 mg/m³, el equipo opera a una temperatura no menor a 0 °C y no mayor a 50 °C , la toma de la muestra se la realiza durante 2 minutos por punto.

7.2.3 Ruido

Se utilizó el Sonómetro marca Svantek modelo Svan977 serie 36402, el tipo de medición que se realizó fue continua. (Ver anexo, p.49)

CAPÍTULO 8

8.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1 Monitoreo Calidad de Aire Ambiente

PUNTO	FECHA	TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %	VELOCIDAD VIENTO m/s	NUBOSIDAD (Octas)
P1. Parqueadero Subterráneo Nivel 2 del Centro Comercial San Marino	21 de agosto de 2015	35.0	59.0	N/A	N/A

P1. Parqueadero Subterráneo Nivel 2 del Centro Comercial San Marino						
Parámetro	Unidad de medida	Concentración Observada	Concentración Corregida	Máximo permitido TULSMA	Máximo Permitido OSHA	Evaluación
Monóxido de Carbono	µg/m ³	58.1	60.1	10000	50	ELEVADO
Dióxido de Nitrógeno	µg/m ³	0.0	0.0	150	5	CUMPLE
Dióxido de Azufre	µg/m ³	0.0	0.0	350	5	CUMPLE

Tabla #9, Resultados Obtenidos en Monitoreo Calidad de Aire Ambiente. Autor: Víctor Jara F.

En base a los resultados obtenidos, nos damos cuenta que el Monóxido de Carbono está con un 20% de incremento con el límite máximo permisible para aire contaminado de la Normativa OSHA, tomamos como referencia esta Normativa, ya que en ella nos indican los valores máximos permitidos de contaminantes en ambientes cerrados, esto lo hacemos debido a que en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente Libro VI Anexo 4, solo se analizan los valores máximos para aire ambiente.

8.2 Monitoreo Material Particulado

UBICACIÓN	FECHA	TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %	NUBOSIDAD (Octas)
Parqueadero Subterráneo Nivel 2 del Centro Comercial San Marino	18 de agosto de 2015	28.0	62.0	N/A

DESCRIPCIÓN	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	VALOR ENCONTRADO	VALOR PERMITIDO	EVALUACIÓN
Parqueadero Subterráneo Nivel 2 del Centro Comercial San Marino	0	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CUMPLE

Tabla #10, Resultados Obtenidos en Monitoreo Material Particulado PM10. Autor: Víctor Jara F.

DESCRIPCIÓN	PM2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	VALOR ENCONTRADO	VALOR PERMITIDO	EVALUACIÓN
Parqueadero Subterráneo Nivel 2 del Centro Comercial San Marino	0	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CUMPLE

Tabla #11, Resultados Obtenidos en Monitoreo Material Particulado PM2.5. Autor: Víctor Jara F.

Los resultados del monitoreo de Material Particulado PM10 y PM2.5, son cero (0), es decir no existe contaminación de estos dos (2) parámetros analizados.

8.3 Monitoreo de Ruido Ambiente

PUNTO	FECHA	TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %	VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO m/s	NUBOSIDAD
P1. Parqueadero Subterráneo Nivel 2 del Centro Comercial San Marino	18 de agosto de 2015	28.0	62.0	N/A	N/A

PUNTO	Lkeq dB
P1. Parqueadero Subterráneo Nivel 2 del Centro Comercial San Marino	69

Tabla #12, Resultados Obtenidos en Monitoreo Ruido Ambiente. Autor: Víctor Jara F.

En aquellas situaciones en que se verifiquen conflictos en la definición de uso de suelo, para la evaluación de cumplimiento de una fuente fija, será la Entidad Ambiental de control correspondiente la que determine el tipo de uso de suelo.

CAPÍTULO 9

9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

El resultado obtenido del Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente, nos refleja que el contaminante Monóxido de Carbono, al analizarlo con los límites máximos permisibles del TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, si cumple, ya que esta ley está referida al Aire Ambiente; pero al comparar este resultado con la Normativa OSHA, que nos especifica los límites máximos permitidos para Ambientes Cerrados, NO cumple y se encuentra un 20% por encima del límite.

Los siguientes parámetros como son:

- Dióxido de Nitrógeno
- Dióxido de Azufre
- Material Particulado PM10
- Material Particulado PM2.5

No registran valor en el monitoreo realizado, por lo que concluimos que la contaminación es cero (0).

Con respecto al Monitoreo de Ruido Ambiente, se registró un $L_{Keq} = 69$ dB; si lo analizamos como Zona Comercial que su máximo nivel es de 60dB, no cumpliría, pero estos valores están referidos al interior del Centro Comercial, no al parqueadero donde la conversación no es el propósito esencial del uso del suelo; al compararlo con Zona Industrial donde la necesidad de conversación es limitada, si cumpliría. En todo caso, cuando hay este conflicto, donde no se especifica el uso del suelo, es la Entidad Ambiental la encargada de establecer los límites y el parámetro a respetarse como uso del suelo.

9.2 Recomendaciones

Del análisis de estos gases y de su tolerancia por el organismo humano se ha sacado la conclusión de que si se logra diluir el monóxido de carbono a una concentración inferior a 50 partes por millón, ninguno de los restantes gases producen efectos perjudiciales. El monóxido de carbono es el contaminante más peligroso, debido a su afinidad con la hemoglobina (que es aproximadamente 300 veces la del oxígeno), con la que forma la carboxihemoglobina, impidiendo a la sangre el transporte y entrega de oxígeno a los tejidos.

En espacios cerrados sin ventilación forzada, la cantidad de aire contenido en el local no suele ser suficiente para diluir la concentración de gases nocivos hasta situarla por debajo de los límites de seguridad.

Ya que el volumen de aire contenido no se puede aumentar para conseguir diluir la concentración, se requiere aportación de aire limpio, bien introduciendo éste, bien extrayendo el perjudicial o realizando las dos cosas a la vez. En el primer caso, se aporta aire limpio por medios mecánicos (ventiladores) que, al ejercer una sobrepresión en el recinto, expulsan el aire contaminado por salidas naturales (patios de ventilación, aberturas exclusivas y, sobre todo, por los accesos y salidas de vehículos y peatones). En el segundo caso se invierte el proceso: el aire limpio entra por dichas aberturas y es expulsado, ya contaminado, al exterior por medios mecánicos. En el tercer caso (mixto) se realiza el intercambio mediante introducción y extracción mecánica. Los dos primeros sistemas son aplicables en el caso de pequeños estacionamientos, muy regulares en su forma y con posibilidades de aberturas naturales numerosas y bien distribuidas. En general y para el tema que nos ocupa, que es el de estacionamientos completamente subterráneos, se recomienda el sistema mixto (impulsión y extracción) que permite una mayor eficacia ya que el aire limpio diluye la concentración y a la vez empuja y realiza un barrido hacia la

extracción. Como consecuencia de la sobrepresión obtenida por la impulsión y la subpresión que logra la extracción se consiguen mejores resultados.

CAPÍTULO 10

10.- BIBLIOGRAFÍA

[1] Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, Departamento de Medio Ambiente, Informe Plan de Intervención de los Centros Comerciales de la ciudad de Guayaquil, año 2012.

[2] Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA.

[3] Acuerdo Ministerial Nº 028 TULSMA LIBRO VI ANEXO 5, Febrero 2015.

[4] NORMATIVA OSHA (Occupational Safety Health Standards), 1970.

[5] Comisión Nacional de los Derechos Humanos, "La Contaminación Atmosférica en México", Dirección de Publicaciones, México, Agosto 1992.

[6] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México 2012.

[7] Organización Mundial de la Salud. Cantú Ramírez Pedro Cesar, "*La contaminación ambiental*", Junio 1993.

[8] http://www.salonhogar.net/Salones/Ciencias/1-3/El_Aire/El_aire.htm.

[9] Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Vicente Conesa Fernández – Vitora, 1993.

[10] <http://www.monografias.com/trabajos89/impacto-ambiental-naturaleza/impacto-ambiental-naturaleza.shtml>)

[11] <http://www.monografias.com/trabajos97/contaminacion-del-aire-emanacion-gases-toxicos-producido-vehiculos-motorizados-lima/contaminacion-del-aire-emanacion-gases-toxicos-producido-vehiculos-motorizados-lima.shtml>).

[12] (http://www.ecured.cu/index.php/Di%C3%B3xido_de_Nitr%C3%B3geno)

[13] Revista Ambientum 2004.

[14] Diario El Comercio, Enero 2015.

[15] Consejo Superior de Investigaciones Científicas (*Informes de la construcción, Revista Csic, 1983.*

[16] Informe de Material Particulado, Servicios Ambientales Ipsomary, Agosto 2015.

[17] <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/comite/queesrui.htm>

[18] <http://www.monografias.com/trabajos/contamacus/contamacus.shtml>

[19] Guía # 1 Contaminación Acústica ,
http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/cra/fisica/NM1/RF1S_001.pdf

CAPÍTULO 11

11.- ANEXOS

Equipo marca **QUEST** modelo **EVM-7**, Serie **EMK020019**, utilizado en el monitoreo de Calidad de Aire Ambiente.



Foto #4, Equipo para Monitoreo Calidad de Aire Ambiente. Autor de foto: Víctor Jara F.



Foto #5, Equipo para Monitoreo Calidad de Aire Ambiente. Autor de foto: Víctor Jara F.

Contador de partículas **AEROCET 531**, Serie **N15034**, equipo utilizado en el monitoreo de Material Particulado PM10 y PM2.5



Foto #6, Equipo para Monitoreo Material Particulado PM10 y PM2.5 Autor de foto: Víctor Jara F

Sonómetro marca **SVANTEK 36402**, Equipo utilizado para el monitoreo de Ruido Ambiente.

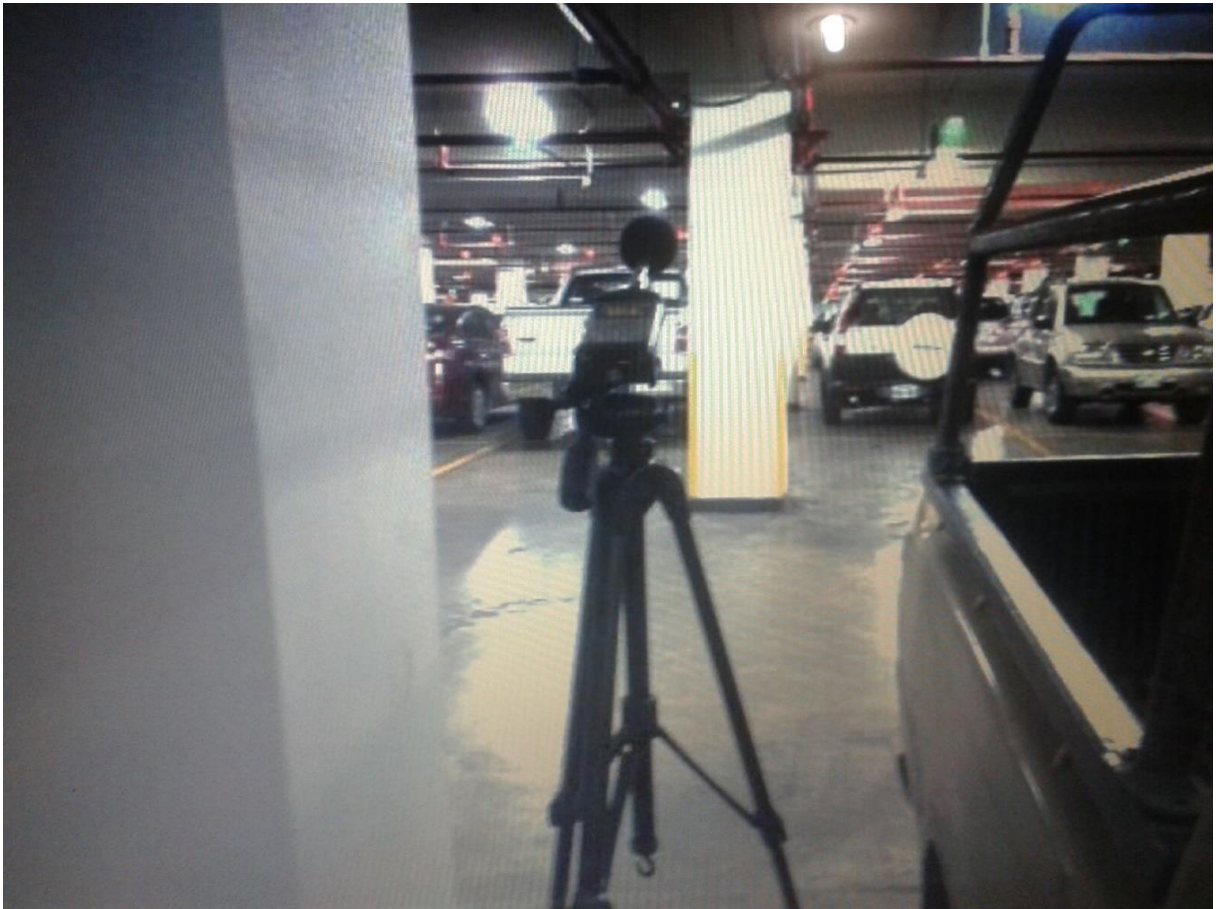


Foto #7, Sonómetro utilizado en monitoreo Ruido Ambiente. Autor de foto: Víctor Jara F.

**TABLAS DE RESULTADOS DE LOS
MONITOREOS REALIZADOS CON LA
EMPRESA SERVICIOS AMBIENTALES
IPSOMARY.**

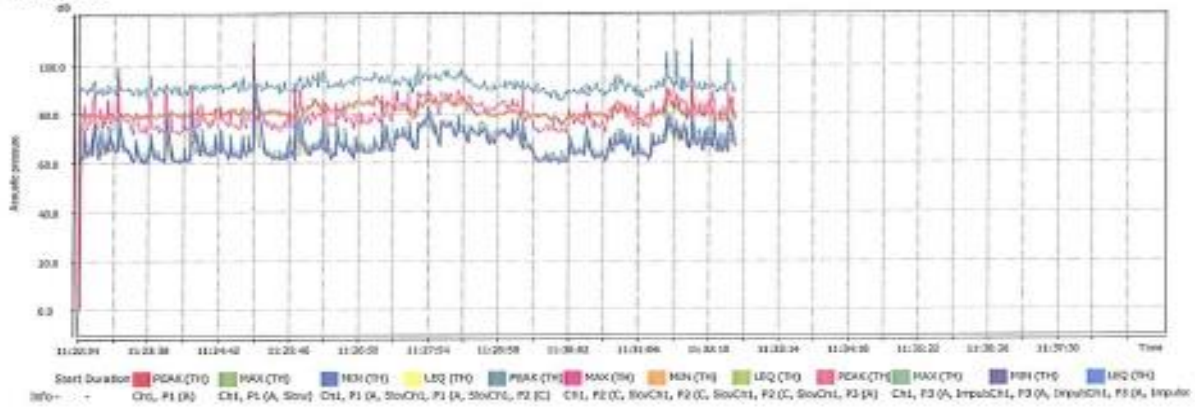
SR. VICTOR JARA FLORES
CALIDAD DE AIRE AMBIENTE
Equipo Utilizado: QUEST EVM-7, Serie EMK020019

CALIDAD DE AIRE AMBIENTE P1. Parqueadero Subterráneo #2 del Centro Comercial San Marino Fecha: 21 de agosto del 2015									
HORA	Parámetro								
	CO ₂ µg/m ³			NO ₂ µg/m ³			SO ₂ µg/m ³		
	Max.	Min.	Nivel	Max.	Min.	Nivel	Max.	Min.	Nivel
17:00 - 17:10	71.4	43.6	58.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

SR. VICTOR JARA FLORES
MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO
 Equipo Utilizado: Monitoreador de Aire AEROCET-531
 Fecha: 18 de agosto del 2015

P1. Parqueadero Subterráneo #2 del Centro Comercial San Marino		
HORA	PM10 (µg/m3)	PM2.5(µg/m3)
11:30 - 11:32	0	0
11:33 - 11:35	0	0
11:38 - 11:40	0	0
11:41 - 11:43	0	0
11:44 - 11:46	0	0
VALOR PERMITIDO	100	50
OBSERVACION	CUMPLE	CUMPLE

Logger results
 SS, VICTOR JARA FLORES
 P3 - GARAJE SUBTERRANEO DEL CENTRO COMERCIAL SAN MARINO
 BUENOS AIRES



Device type SVAN 977
 Serial No. 36402
 Internal software version 1.12.1
 Filesystem version 1.07

Original file name L2172
 Measurement time 11:22:34
 Measurement date [dd/MM/yyyy] 16/08/2015
 Device function 1/1 Octave

LEQ/RMS integration Exponential
 Statistics detector Exponential
 Start delay 1.0s
 Integration period 10 m
 Repetition cycle 1

Pre Calibration type Factory calibration
 Post Calibration type Not performed

Logger step 1 s
 Logger records count 600
 Markers Whole data marker Overload (TH)
 Split mode OFF

Events
 Event Trigger mode Off

Measure Trigger mode Off

Logger Trigger mode Off

ExtIO mode Analog out

Channel input Mic.
 Measurement range Low
 Mic. compensation filter Free field
 Windscreen OFF
 Pre Calibration factor 0.4 dB
 Post Calibration factor -
 Octave 1/1 in logger -
 Octave 1/1 filter A
 Octave 1/1 lowest freq 31.50 Hz
 Octave 1/1 RMS detector Slow
 Profile Profile 1

Weighting filter A
 Detector type Slow

Logger contents PEAK
 MAX
 MIN
 LEQ

Main results for sound Day dd/MM/yyyy	18/08/2015	18/08/2015	18/08/2015
18/08/2015 11:32:34 Hour H:mm:ss	11-22:34	11-22:34	11-22:34
Profile	P1	P2	P3
Filter	A	C	A
Detector	Slow	Slow	Impulse
Elapsed time hh:mm:ss	00:10:00	00:10:00	00:10:00
OvIT %	0.0	0.0	0.0
Underrange	0	0	0
Units	dB	dB	dB
PEAK	108.2	110.2	108.2
MAX	88.3	91.8	97.1
MIN	60.3	75.1	59.8
SPL	68.9	79.3	70.1
LEQ	69.4	81.7	74.2
SEL	97.2	109.5	102.0
Lden	69.4	81.7	74.2
Ltm3	72.0	83.0	78.6
Ltm5	72.8	83.5	79.7



Certificate of Calibration

Certificate No: 5506665EMK020019

Submitted By: IPSOMARY
CIUDADELA 29 DE JUNIO MZ E
SOLAR 4 GUAYAQUIL - ECUADOR,

Serial Number: EMK020019 Date Received: 7/17/2014
Customer ID: Date Issued: 9/11/2014
Model: EVM-7 ENVIRONMENTAL MONITOR Valid Until: 9/11/2015

Test Conditions: Model Conditions:
Temperature: 18 °C to 29 °C As Found: DAMAGED
Humidity: 20% to 80% As Left: IN TOLERANCE
Barometric Pressure: 890 mbar to 1050 mbar

SubAssemblies:
Description/Measurement Uncertainty: Serial Number:
SENSOR NO2/±17% 01.26797883034
SENSOR PID/±6% 223100014
SENSOR CO2/±29% 0018247284

Estimated at 95% Confidence Level (k=2)
Calibrated per Procedure: 074V705

Reference Standard(s):				
I.D. Number	Device	Last Calibration Date	Calibration Due	
ALM021311	C4H8 CALIBRATION GAS	2/20/2014	1/17/2017	
ALM051301	NO2 CALIBRATION GAS	6/27/2013	6/27/2016	
CC140311	CO2 CALIBRATION GAS	7/15/2014	7/2/2017	
MF000245	DUST ISO 12103-1 A2 FINE			

Calibrated By: Paul M. Wegmann 9/11/2014
PAUL WEGMANN Service Technician

Reviewed By: [Signature] 9/11/2014
Technical Manager/Deputy

This report certifies that all calibration equipment used in the test is traceable to NIST or other NMI, and applies only to the unit identified under equipment above. This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of 3M Detection Solutions.

FACTORY CALIBRATION DATA OF THE SVAN977 No. 36402

with preamplifier SVANTEK type SV12L No. 41550 and microphone ACO PACIFIC type 7052E No. 56707

SOUND LEVEL METER

1. CALIBRATION (electrical)

LEVEL METER function: Characteristic: A; $f_{ref}=1$ kHz; Input signal =100 dB;

Range	Low (120dB)	High (137dB)
Indication [dB]	114.0	114.0
Error [dB]	0.0	0.0

2. CALIBRATION* (acoustical)

LEVEL METER function: Range: High; Reference frequency: 1000 Hz; Sound Pressure Level: 114.02 dB

Characteristic	Correct value [dB]	Indication [dB]	Error [dB]
Z	114.02	113.88	-0.14
A	114.02	113.88	-0.14
C	114.02	113.88	-0.14

Calibration measured with the microphone ACO PACIFIC type 7052E No. 56707. Calibration factor: 0.36 dB

3. LINEARITY TEST* (electrical)

LEVEL METER function: Range: Low; Characteristic: A; $f_{ref}=31.5$ Hz

Nominal result LEQ [dB]	24.0	25.0	26.0	28.0	30.0	40.0	60.0	80.0
Error [dB]	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

LEVEL METER function: Range: Low; Characteristic: A; $f_{ref}=1000$ Hz

Nominal result LEQ [dB]	24.0	25.0	26.0	28.0	30.0	40.0	60.0	80.0	100.0	120.0
Error [dB]	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0

LEVEL METER function: Range: Low; Characteristic: A; $f_{ref}=8000$ Hz

Nominal result LEQ [dB]	24.0	25.0	26.0	28.0	30.0	40.0	60.0	80.0	100.0	119.0
Error [dB]	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0

LEVEL METER function: Range: High; Characteristic: A; $f_{ref}=31.5$ Hz

Nominal result LEQ [dB]	35.0	36.0	37.0	38.0	40.0	60.0	80.0	97.0
Error [dB]	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.0	0.0

LEVEL METER function: Range: High; Characteristic: A; $f_{ref}=1000$ Hz

Nominal result LEQ [dB]	35.0	36.0	37.0	38.0	40.0	60.0	80.0	100.0	120.0	137.0
Error [dB]	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0

LEVEL METER function: Range: High; Characteristic: A; $f_{ref}=8000$ Hz

Nominal result LEQ [dB]	35.0	36.0	37.0	38.0	40.0	60.0	80.0	100.0	120.0	136.0
Error [dB]	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0

4. TONE BURST RESPONSE*

LEVEL METER function: Characteristic: A; $f_{ref}=4000$ Hz; Burst duration: 2 s

Range: Low; Steady level nominal result =117dB

Result	Detector	Duration [ms]	1000	500	200	100	50	20	10	5	2	1	0.5	0.25
MAX	Fast	Indication [dB]	117.0	116.9	116.0	114.4	112.1	108.7	105.8	102.9	98.9	95.9	92.9	89.8
		Error [dB]	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.1	-0.0	-0.1	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1
	Slow	Indication [dB]	114.9	112.8	109.4	106.6	103.7	99.8	96.8	93.8	89.8	-	-	-
		Error [dB]	-0.1	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-	-	-
SEL	-	Indication [dB]	117.0	114.0	110.0	107.0	103.9	100.9	97.9	95.9	89.9	86.9	83.9	80.8
		Error [dB]	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1



**Met One
Instruments**

1600 Washington Blvd
Grants Pass, OR 97526
(541) 471-7111
(541) 471-7116 (Fax)
Service@metone.com

Calibration Certificate

The calibration results on this report certify that this instrument complies with the product specifications at the time of calibration. Calibration was performed according to accepted industry methods using equipment, procedures, and standards that are traceable to NIST and ASTM and JIS.

Recommended calibration interval is 12 months from the first day of use.

Instrument Model# Aerocet-531

Instrument Serial# N15034

Date of Calibration 1/16/2015

Sensor # 10717

Daisy Jones *AT24*
Calibration Technician

AT21
Quality Check

Temperature 24 °C

Relative Humidity 40 %

Test Procedure: **AEROCET-531-6100**

PSL Size (µm)	Test Results	Test Spec.	Lot# NIST	Expiration
0.5	Pass	± 10%	43335	06/30/2017
0.7	Pass	± 10%	REF	NA
1.0	Pass	± 10%	42896	2/28/2017
2.0	Pass	± 10%	43049	03/30/2017
3.0	Pass	± 10%	42940	02/28/2017
5.0	Pass	± 10%	REF	NA
7.0	Pass	± 10%	REF	NA
10.0	Pass	± 10%	REF	NA

Standards	Model	SN	Cal Due
Particle Counter	GT-526	M1759	1/27/2015
Dry Cal	Defender 510 high flow	133419	9/2/2015
DMM	189 Multimeter	83410061	3/21/2015
RH/TEMP SENSOR	083E-1-6	R20313	09/29/2015

This calibration certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of Met One Instruments Inc.