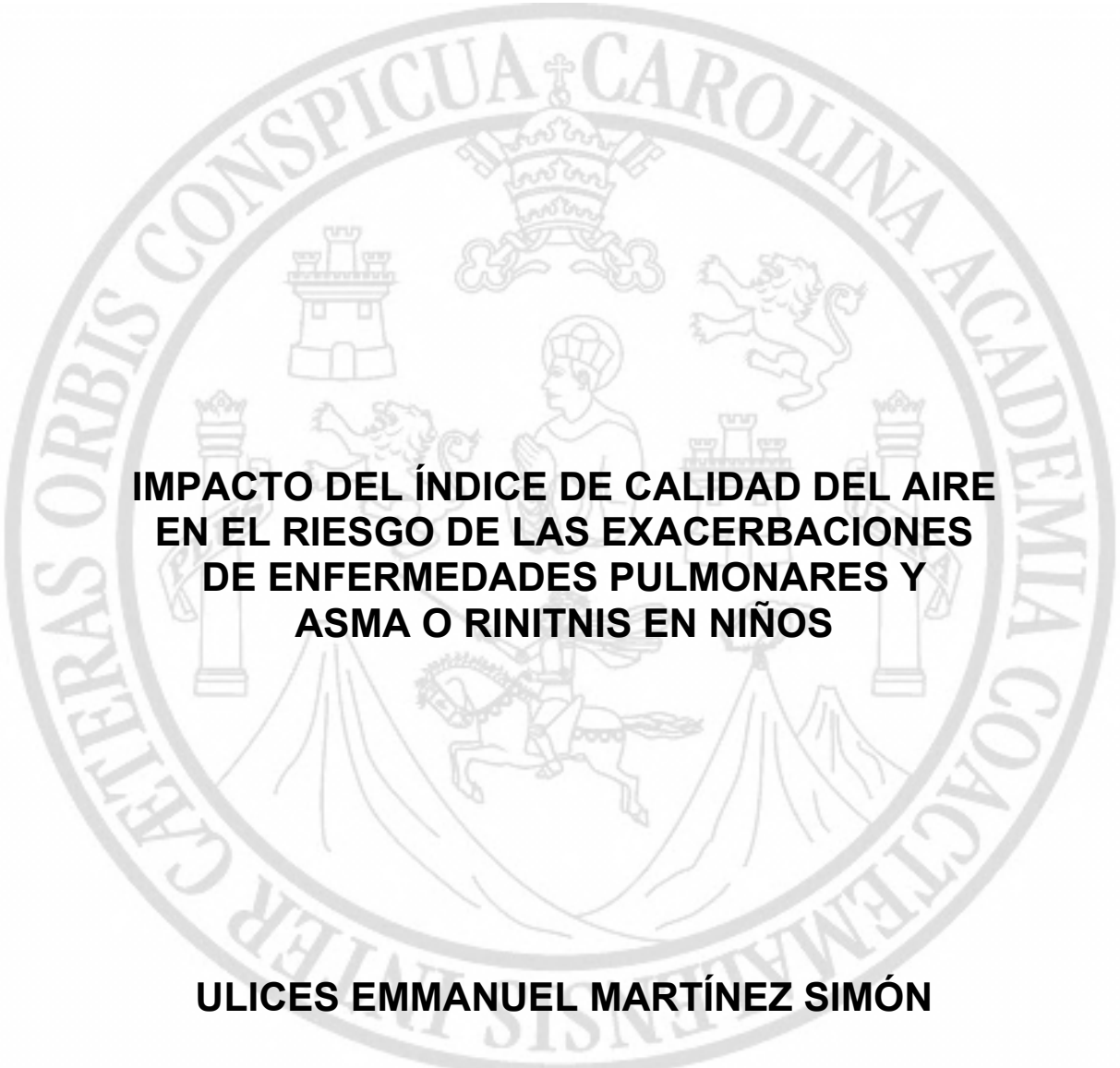


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a man on horseback, surrounded by various heraldic symbols including a crown, a castle, and a lion. The Latin motto "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**IMPACTO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE
EN EL RIESGO DE LAS EXACERBACIONES
DE ENFERMEDADES PULMONARES Y
ASMA O RINITIS EN NIÑOS**

ULICES EMMANUEL MARTÍNEZ SIMÓN

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría
Para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría**

Enero 2020



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas

Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.237.2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El(la) Doctor(a): Ulices Emmanuel Martínez Simón

Registro Académico No.: 200930896

No. de CUI: 1991526751327

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Pediatría**, el trabajo de TESIS **IMPACTO DE ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS EXACERBACIONES DE ENFERMEDADES PULMONARES Y ASMA O RINITIS EN NIÑOS**

Que fue asesorado por: Dr. Moisés Israel López Pérez, MSc

Y revisado por: Dr. Carlos Enrique Sánchez Rodas, MSc

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **enero 2020**

Guatemala, 15 de noviembre de 2019

Dr. Alvaro Giovany Franco Santisteban, MSc.

Director

Escuela de Estudios de Postgrado

Dr. José Arnoldo Sáenz Morales, MA.

Coordinador General
Programa de Maestrías y Especialidades

/ce

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala
Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: especialidadesfacmed@gmail.com

Guatemala, 03 de mayo de 2019

Doctor
Carlos Enrique Sánchez Rodas MSc.
DOCENTE RESPONSABLE
MAESTRÍA EN CIENCIAS MÉDICAS CON
ESPECIALIDAD EN PEDIATRIA
Hospital Roosevelt
Presente

Estimado Doctor Sánchez:

Por este medio informo que he **ASESORADO** a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor **ULICES EMMANUEL MARTÍNEZ SIMÓN** carne **200930896**, de la carrera Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría, el cual se titula: **IMPACTO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS EXACERBACIONES DE ENFERMEDADES PULMONARES Y ASMA O RINITIS EN NIÑOS.**

Luego de la asesoría, hago constar que el Doctor **ULICES EMMANUEL MARTÍNEZ SIMÓN**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



Dr. Moisés Israel López Pérez MSc.
Asesor de Tesis

Guatemala, 03 de mayo de 2019

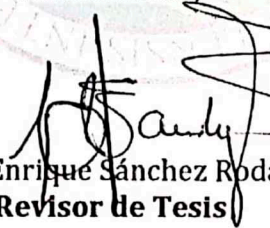
Doctor
Oliver Adrián Valiente Hernández, MSc.
Coordinador Específico
Programa de Maestrías y Especialidades
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

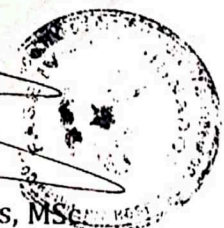
Respetable Dr. Valiente Hernández:

Por este medio informo que he **REVISADO** a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor **ULICES EMMANUEL MARTÍNEZ SIMÓN** carne **200930896**, de la carrera Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría, el cual se titula: **IMPACTO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS EXACERBACIONES DE ENFERMEDADES PULMONARES Y ASMA O RINITIS EN NIÑOS.**

Luego de la revisión, hago constar que el Doctor **ULICES EMMANUEL MARTÍNEZ SIMÓN**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,


Dr. Carlos Enrique Sánchez Rodas, MSc.
Revisor de Tesis





A: Dr. Carlos Enrique Sánchez Rodas, MSc.
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría
Hospital Roosevelt

Fecha Recepción: 27 de mayo 2019

Fecha de dictamen: 23 de septiembre 2019

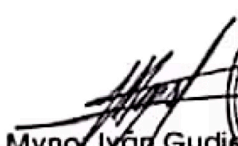
Asunto: Revisión de Informe Examen Privado


Ulices Emmanuel Martínez Simón

"Impacto de índice de calidad del aire en el riesgo de las exacerbaciones de enfermedades pulmonares y asma o rinitis en niños."

Sugerencias de la Revisión: Autorizar examen privado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Mynor Iyar Gudiel Morales, MSc.
Unidad de Investigación y Asesoría
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc. Archivo

MGM/karin

CONTENIDO

RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
III. OBJETIVOS	15
IV. MATERIAL Y METODOS	16
V. RESULTADOS	25
VI. DISCUSIÓN Y ANALISIS	30
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
VIII. ANEXOS	38

INDICE DE GRAFICAS Y TABLAS

	PAGINA
TABLA 1	25
TABLA 2	26
TABLA 3	27
TABLA 4	29
GRAFICA 1	28

RESUMEN

El índice de calidad del aire (ICA), es un indicador de cuan limpio o contaminado está el aire en el sitio de medición, asociada a los efectos sobre la salud que la población puede experimentar en unas pocas horas o días después de respirar ese aire. El ICA se establece mediante los siguientes parámetros, ozono, micropartículas, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono. Este estudio transversal analítico, presenta los resultados de enero a octubre del año 2017 en seis puntos de muestreo ubicados en la ciudad de Guatemala, teniendo como principal objetivo determinar el impacto del índice de calidad de aire en el riesgo de las enfermedades respiratorias o exacerbaciones de asma agudas en niños de 6 a 12 años residentes en colonias de mayor contaminación ambiental de la ciudad de Guatemala, de los cuales solo se tomaron 2 (INCAP y Calzada San Juan) en donde están ubicadas las escuelas de niños bajo estudio, utilizando metodologías estandarizadas como OR, para la obtención de resultados. Evidenciando que 51.4% fueron masculinos y el 48.6 casos femeninos, predominando los pacientes de 9 a 11 años con un total de 25.7 %, de los cuales únicamente el 30% de los 140 casos presentó antecedentes de atopía, que los puede predisponer a ser más sensibles a los niveles de contaminación del aire. En cuanto a los antecedentes de atopía se evidencio Odds ratio de 1.11 (IC 0.6-2.00) por lo que se considera dañino, en cuanto a pacientes con asma encontrados en el estudio presento Odds ratio :2.8 (IC: 1.6-4.9) siendo un factor dañino, así como en los niveles bajos de peak Flow por debajo del 50 percentil asociado a contaminación con micropartícula de 2.5 mp Odds ratio en 1.76 (IC:1.03-3.01). Y el contaminante más prevalente para el año 2017 fue la partícula de 2.5 micras y el óxido nítrico en los meses de mayo y agosto respectivamente y en asociación de la relación con las infecciones respiratorias agudas y las exacerbaciones de asma que se reportaron en aumento en los meses de enero, febrero, y mayo.

Palabras Clave: calidad de aire, enfermedades respiratorias, asma, contaminación, niveles de contaminación.

I. INTRODUCCION

Según la OMS, la contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma, cuanto más bajos sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo, es por ello la importancia de poder investigar la relación que mantienen los niveles de contaminación del aire de un país, en la salud de sus habitantes, en Guatemala lamentablemente no se cuenta con dichos estudios debido a la falta de información y/o del interés que ello demande, ya que si existe monitoreo del aire, a través del laboratorio de ciencias químicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Y debido a esta información es que se pudo realizar este estudio.

Es de suma importancia mencionar que en base a una publicación realizada por medscape en marzo de 2018 en base a los “efectos sobre la salud de la contaminación del aire” cita que los ciudadanos latinoamericanos diariamente se exponen a altas dosis de contaminantes que tiene efectos negativos sobre su salud, No quedando exento nuestro país, la ciudad de Guatemala esta entre las ciudades más contaminadas según datos presentados en 2016 en Ginebra, Suiza por OMS. En el cual se informa que la ciudad tiene 41 microgramos de contaminación del aire. Y que ocho de cada diez personas que vive en zonas urbanas respira aire con niveles de contaminación que supera los límites recomendados, notoriamente en países de ingresos medio y bajos, en base a lo mencionado anteriormente OMS atribuye más de 7 millones de muertes al año a la contaminación del aire.

Se evidenció que la estación con mayor contaminación es la época lluviosa, y al finalizar la misma principalmente en los meses de enero y febrero, así como también un alza en el mes de mayo. No se cuenta con datos de los meses de noviembre y diciembre por estar fuera del ciclo escolar para Guatemala, para poder hacer una

evaluación en estos niños, así como también se registró una relación directa de la mayor contaminación con micropartícula de 2.5 mc, reportando para el mes de mayo 100ug/m³ en el monitor de la Calzada San Juan, que se considera riesgo por arriba de 25 ug/m³ y se relacionó con la disminución de los volúmenes de peak Flow en los niños bajo estudio en el mes de mayo , tanto en caso como en controles.

II. ANTECEDENTES

II.I CALIDAD DEL AIRE EN GUATEMALA:

El estado de la calidad del aire en Guatemala es un tema desconocido para la mayoría de los guatemaltecos, tanto en el aspecto técnico como en el legal. Tomando en cuenta la información técnico-científica con que se cuenta, podemos afirmar que existe contaminación del aire en la ciudad de Guatemala. La contaminación es provocada principalmente por el ser humano, en donde el aporte más significativo lo constituye el humo y gases producidos por el parque automotor circulante, en mayor cantidad en las áreas urbanas; y por las emisiones de quemas agrícolas y uso de leña en interiores, en una cantidad significativa en las áreas extraurbanas.

Por otro lado, las emisiones de contaminantes provocadas por erupciones volcánicas e incendios forestales son las fuentes naturales más significativas; ambos tipos de emisiones, las provocadas por el hombre y las naturales, pueden provocar daños a la salud humana, animal, vegetal y daños a la infraestructura del país.(1,25)

De una forma científica el estudio de la calidad del aire en Guatemala inicia de forma incipiente en la década de 1970, motivado principalmente por la Organización Panamericana de la Salud y ejecutado por la Escuela de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de San Carlos. Posteriormente se realizaron otros estudios aislados, la mayoría llevados a cabo en la ciudad de Guatemala. Desde 1995 a la fecha, la Universidad de San Carlos mantiene un sistema de monitoreo del aire en varios puntos de la ciudad, reportando resultados durante trece años consecutivos, lo cual ha permitido contar con una base de datos científicos, que permiten fundamentar la toma de decisiones regulatorias y políticas al respecto. A pesar del esfuerzo realizado por la Universidad de San Carlos, todavía hace falta la generación de información en otros sitios de la capital, así como de otros centros urbanos en todo el territorio nacional. (25)

Los aspectos legales más importantes con que se cuenta, son los concernientes a la Constitución Política de la República y la Ley General de Medio Ambiente, en donde en una forma directa, el Estado de Guatemala le debe asegurar a todos sus habitantes el cuidado y control de la calidad del aire que respiramos, por lo menos en relación a la influencia del ser humano. (1)

II.I.I ASPECTOS LEGALES

La historia de la legislación ambiental es relativamente nueva para la mayoría de países. No fue hasta que se observaron y vivieron grandes tragedias ocasionadas por la contaminación del ambiente, lo que propició que algunos gobiernos, principalmente los de países industrializados, iniciaran con ciertas regulaciones. Las primeras fuentes de contaminación reguladas fueron las que provocaban daños a la salud humana, principalmente grandes industrias, las que generaban cuantiosas cantidades de contaminantes del aire. Tal fue el caso de Gran Bretaña, en donde en la década de 1950 ocurrieron varios episodios en los cuales se generó una neblina tóxica, la cual de manera directa provocó serios daños a la salud de habitantes de las regiones afectadas. De la misma manera durante el siglo XX se observaron episodios parecidos en otras ciudades como Los Ángeles, en Estados Unidos, México, D.F., Santiago de Chile, entre otras. Fueron las legislaciones ambientales de estos países las pioneras en materia de política y regulación pública de la contaminación del aire. (1,25)

Se evidenció científicamente que la contaminación del aire era provocada por tres factores principales: primero por la industrialización descontrolada, segundo por las emisiones vehiculares y tercero la originada por fuentes naturales, como ejemplo las erupciones volcánicas y los incendios forestales. Por lo anterior, las primeras leyes se refirieron al control de contaminantes del aire generados por la industria y por las emisiones vehiculares. Actualmente la mayoría de países más industrializados tienen estrictas legislaciones ambientales, incluyendo el tema de la contaminación del aire como una de sus prioridades, tal es el caso de la Ley del Aire Limpio de Estados Unidos, la Ley de Control de Contaminación del Aire de la Unión Europea, entre otras. (1)

En Guatemala, la regulación de la contaminación del aire inició con la aprobación de la Constitución Política de la República de Guatemala, decretada el 31 de mayo de 1985. Antes de lo legislado por la Constitución, solamente existieron esfuerzos aislados de ciertos grupos de la sociedad civil, que pronosticaban un futuro poco prometedor para el país; ya que la producción industrial y la utilización de vehículos automotores se desarrollaban sin ningún control. Afortunadamente para la población de la ciudad de Guatemala, su posición geográfica ha favorecido en forma continua un sistema de limpieza de la atmósfera inferior (el aire que todos respiramos), lo cual no ha provocado episodios serios de contaminación del aire. Sin embargo, las condiciones climatológicas tan variables de la última década, así como el incremento de vehículos automotores en los centros urbanos guatemaltecos, principalmente en la ciudad de Guatemala, ha generado episodios de formación de una neblina, llamada smog, cada vez más frecuente durante la época seca (época de poca o nula precipitación pluvial y que usualmente se presenta de noviembre a abril de cada año). Lo anterior sumado a que el principal tipo de enfermedades reportadas en los sistemas públicos de salud, son las de las vías respiratorias, lo cual podría tener una correlación directa con la contaminación del aire, ha generado que diversos grupos de la sociedad civil y académicos, hayan exigido la creación de una ley que protegiera a todos los guatemaltecos, de la contaminación del aire. Por lo anterior la Constitución Política de la República de Guatemala, establece en su Artículo 91 que: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del Ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. (1,5).

Debido a que la legislación de la Constitución Política de la República de Guatemala es de carácter general se hizo necesario establecer regulaciones más específicas en materia de protección del medio ambiente, así como la implementación de las instituciones y organismos del Estado que las pudieran operativizar. La primera instancia específica, en materia de protección del medio ambiente, fue la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), la cual dependía de la Vice Presidencia

de la República. Impulsado por la CONAMA y en cumplimiento a lo estipulado por la Constitución Política de la República de Guatemala, se aprobó la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, según Decreto Legislativo Número 68-86 del Congreso de la República, publicada en el Diario Oficial el 19 de diciembre de 1986, y sus reformas publicadas en los años 1991, 1993 y 2000. (1)

II.I.II ASPECTOS TECNICO-CIENTIFICOS

La contaminación del aire ha sido uno de los indicadores ambientales (parámetro que sirve de referencia para medir el estado del ambiente en un país o región determinada) menos estudiados en Guatemala, derivado del poco impacto que de forma inmediata tiene sobre el ser humano (en la mayoría de los casos no se presentan efectos agudos, los cuales se manifiestan inmediatamente y con severidad).(1)

Los primeros estudios realizados en Guatemala, se llevaron a cabo en el año 1971, a través del Proyecto “Investigación preliminar de los contaminantes gaseosos y sólidos en las zonas de mayor tráfico del área urbana de la ciudad de Guatemala”, elaborado por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala (ERIS). En dicho estudio se investigaron ocho contaminantes gaseosos y diez sólidos. Los contaminantes gaseosos estudiados fueron el dióxido de nitrógeno, ácido fluorhídrico, cloro, anhídrido sulfuroso, ozono, amoníaco, formaldehído y ácido sulfúrico. Los contaminantes sólidos estudiados fueron el plomo, cobre, mercurio, cromatos, selenio, hierro, níquel, fosfatos y arsénico. Estos contaminantes fueron seleccionados debido a que, en la ciudad de Guatemala, las principales actividades que probablemente se constituían en fuentes de emisión de contaminantes del aire, eran los vehículos automotores y las actividades industriales. Los resultados obtenidos mostraron que de dichos contaminantes, el gas dióxido de nitrógeno y el gas anhídrido sulfuroso, rebasaron el límite mínimo normal de 70 microgramos por metro cúbico, valor guía sugerido por la Organización Mundial de la Salud, que expresa la cantidad de un contaminante presente en el aire, a partir de la cual puede existir un impacto negativo para la salud

humana. Entre los sólidos el hallazgo más significativo fue la determinación en forma cualitativa de plomo. (4,5,6)

En 1995 inició la medición sistemática de los siguientes contaminantes: partículas totales en suspensión (PTS), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), ozono (O₃) y sólidos sedimentables; obteniendo valores superiores a los límites de referencia internacionales (debido a que Guatemala no contaba con criterios propios). A partir de 1996, se implementó la medición de partículas totales en suspensión en su fracción PM₁₀, además de los indicados anteriormente. Igual que en 1995 y 1996, se obtuvieron resultados superiores al límite de referencia sugerido, por lo que se comprobó que en los lugares en donde se realizó el muestreo, sí existió contaminación del aire provocada por contaminantes criterio, principalmente emitidos por el parque vehicular circulante. (1)

Actualmente se cuenta con la información técnica que ha obtenido el Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de aquí en adelante denominado LMA. Información presentada desde el año 1994.

II.I.III LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL COMO FACTOR DETERMINANTE DE LA SALUD.

La medición de los efectos en salud por la contaminación debida a material particulado es un tema que cada vez cobra más vigencia. Diversos estudios muestran una creciente evidencia de los efectos en morbilidad atendida y mortalidad por material particulado fino.

Los estudios usualmente determinan como indicador de exposición el promedio diario de material particulado respirable, lo cual según la OMS constituye la guía a corto plazo, y las medias anuales corresponden a las guías a largo plazo. Entonces la OMS establece las siguientes guías de calidad de aire para PM₁₀: 20 µg/m³ media anual, y de 50 µg/m³ media de 24 horas. Estas guías de calidad de aire se fundamentan en la evidencia de estudios epidemiológicos los cuales muestran que

a partir de estos valores los efectos en salud aumentan significativamente. Sin embargo, para material particulado respirable no se ha encontrado un umbral de concentración bajo el cual ningún efecto en salud ocurra.

La exposición diaria de una persona a la contaminación del aire es la sumatoria de sus exposiciones a varios ambientes a lo largo del tiempo. Estos espacios particulares de exposición se conocen como microambientes y pueden variar a lo largo del día. La exposición en cada microambiente es el producto de la concentración del contaminante en particular por el tiempo que permaneció la persona en cada uno de estos espacios (vivienda, jardín infantil). La exposición no debe ser confundida con dosis que es la cantidad de contaminante absorbido. Mientras más microambientes se estudien, se obtiene una mejor valoración de la exposición diaria. El promedio diario de una concentración ambiental (extramuros) de contaminante es una aproximación a la exposición real de la persona. Se ha considerado que la contaminación del aire intramuros puede ser cinco veces más alta en un país en vías de desarrollo que en uno desarrollado, y también puede ser mayor que la extramuros. (1,5,6)

La exposición a material particulado, puede producir efectos a corto y largo plazo. Se entiende por efectos a corto plazo aquellos eventos de morbilidad o mortalidad que pueden ocurrir en un periodo menor a una semana después de la exposición. Esto implica mediciones de exposición con intervalo inferior a una semana, es decir promedios diarios. Los efectos a largo plazo implican mediciones de exposición como las medias anuales.

Existe evidencia de que la contaminación del aire por material particulado (MP) está asociada con enfermedad respiratoria especialmente en niños menores de 5 años. Los niños que viven en áreas altamente contaminadas son más propensos a buscar atención médica por síntomas respiratorios y crisis de asma.

Se ha establecido que el hábito de fumar en familiares o personas que conviven con el niño puede causar enfermedad respiratoria aguda y producir sibilancias.

También hay evidencia de que la contaminación del aire especialmente por material particulado disminuye la función pulmonar, produce exacerbaciones de crisis de asma y aumentan las tasas de hospitalización por esta causa. (22)

En Latinoamérica se han realizado varios tipos de diseños epidemiológicos para determinar la relación entre contaminación del aire y la salud, la mayoría de los cuales han sido series de tiempo, aunque también se han llevado a cabo estudios transversales y de cohorte. Los estudios en su mayoría han buscado relacionar la contaminación del aire extramuros con mortalidad por causas respiratorias. Los estudios sobre morbilidad se han centrado básicamente en la llamada morbilidad atendida, es decir visitas diarias a la sala de emergencia o de admisión hospitalaria. Hay consenso en que los estudios de morbilidad son más sensibles que los de mortalidad para establecer relaciones entre calidad de aire por contaminantes como MP y efectos en salud. (15)

La cercanía de jardines infantiles a fuentes de emisión de MP como chimeneas o vías de alto flujo vehicular constituye un factor de riesgo para enfermedad respiratoria, especialmente si se tiene en cuenta que los niños y niñas menores de 5 años pasan la mayor parte del día al interior de estos jardines.

Las enfermedades respiratorias, el asma y las alergias están asociadas con la contaminación del aire externo e interno. La relación entre la contaminación atmosférica y la salud es cada día más conocida. El asma y las alergias han aumentado durante las últimas décadas en toda Europa, aproximadamente un 10 % de la población infantil padece alguna de estas enfermedades. El clima puede estar influyendo en la prevalencia de los síntomas de asma, rinitis alérgica y eczema atópico en la infancia. (4)

Los agentes ambientales implicados son los óxidos de nitrógeno y azufre, las partículas en suspensión, ozono, metales, compuestos orgánicos volátiles (COV) y los hidrocarburos.

II.I. IV EFECTOS EN LA SALUD DEBIDOS A LAS PARTÍCULAS MENORES A 10 Y 2.5 MICRÓMETROS.

Una partícula suspendida se encuentra en estado sólido o líquido, su tamaño varía de 0.001 a 100 μm , encontrándose mayormente partículas entre 0.1 y 10 μm . Las partículas dentro de este intervalo se llaman partículas menores a 10 μm (PM10). Dentro de las PM10 se encuentra otro grupo, llamado partículas menores a 2.5 μm (PM2.5). A diferencia de las partículas mayores a 10 micrómetros, las PM10 penetran directamente al aparato respiratorio sin ser capturadas por sus mecanismos de limpieza. Una vez que las partículas han entrado al tracto respiratorio, dependiendo de su tamaño, pueden acumularse en diferentes sitios dentro del aparato respiratorio. Como se muestra en la figura 4.1, las PM10 penetran hasta la zona traqueobronquial, mientras que las PM2.5 pueden penetrar hasta los alvéolos pulmonares. (1,25)

Los riesgos a la salud asociados con las partículas en el área pulmonar son mucho mayores que el riesgo por las partículas que se quedan en la garganta. Figura 4.1 Acumulación de partículas en el aparato respiratorio. El aumento en las concentraciones de partículas PM10 y PM2.5 generalmente se han relacionado con el aumento de visitas a servicios de urgencias, aumento de sintomatología respiratoria, hospitalización por incremento de los padecimientos respiratorios, bronquitis aguda en niños, bronquitis crónica en adultos y muerte prematura, principalmente en menores de edad y personas de la tercera edad. Entre los componentes de las partículas PM10 y PM2.5 se encuentran compuestos orgánicos (como benceno, 1-3 butadieno, hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas, etc.) y compuestos inorgánicos (como carbono, sulfatos y nitratos), entre otros. (1,4)

II.II EFECTOS EN SALUD

Los efectos de los contaminantes sobre la salud se han estudiado a través de diversos modelos experimentales (exposición a contaminantes de células, tejidos, animales y voluntarios) y epidemiológicos (episodios de contaminación, comparación de poblaciones expuestas *versus* no expuestas, sanos *versus* enfermos y metaanálisis). Considerados separadamente, cada uno de estos tipos de estudios tiene fortalezas y debilidades. Por lo tanto, es el conjunto de resultados

obtenidos aplicando estos diferentes diseños en el estudio de los contaminantes, lo que les confiere mayor valor a los efectos encontrados. (1)

El espectro de la respuesta biológica a los contaminantes es muy amplio y puede ser representado como una pirámide, cuya base está constituida por toda la población expuesta, luego le sigue un estrato de la población que tiene acúmulos de contaminantes en su organismo, un tercer nivel está representado por un segmento de la población que presenta cambios bioquímicos de significado incierto; un cuarto nivel es el segmento que presenta cambios funcionales que pueden ser precursores de enfermedad.

Hasta aquí llega la etapa subclínica de la exposición. El penúltimo nivel de la pirámide de la población expuesta está constituido por quienes presentan morbilidad y la cúspide de la pirámide está constituida por quienes mueren a consecuencia de los contaminantes. (1,15,)

II.II.I EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES SOBRE EL SISTEMA RESPIRATORIO:

Los efectos adversos dependen, por una parte, de la concentración y la duración de la exposición y por otra, de la susceptibilidad de las personas expuestas. La dosis efectivamente recibida es dependiente de la ventilación minuto.

elevando la carga de contaminantes que recibe el pulmón, destaca el aumento de la temperatura y humedad que dificultan la termólisis, el aumento de la altitud, que lleva a la disminución de la presión inspirada de O₂ y por ende a hipoxemia hipobárica, el aumento de la progesterona (en el embarazo), estados febriles y el ejercicio físico.

Todas ellas son condiciones que provocan un aumento de la frecuencia respiratoria y del volumen corriente que son los factores determinantes de la ventilación minuto. Los niños y senescentes son especialmente susceptibles a los efectos de los contaminantes (Tabla 2). Por otra parte, la presencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares también aumenta la vulnerabilidad a los contaminantes aéreos, ya que estas condiciones se acompañan de disnea, aumento de la ventilación

minuto y dificultad de depuración de las vías respiratorias por edema, inflamación, limitación del flujo aéreo o por disminución de la capacidad de movilización de volúmenes pulmonares. Los principales contaminantes aéreos se han asociado a efectos específicos sobre el sistema respiratorio (Tabla 3). Sin embargo, las personas están habitualmente expuestas a una mezcla de ellos, lo que puede potenciar los efectos atribuidos a cada uno. Es así como se ha descrito potenciación de efectos entre PM10 y SOx y entre SOx y O3 y más recientemente entre PM10y ozono. (1,15,25)

Los contaminantes atmosféricos también contribuyen en la disminución de la función pulmonar y al aumento de la reactividad bronquial, disminuir la tolerancia al ejercicio y a aumentar el riesgo de bronquitis obstructiva crónica, enfisema pulmonar, exacerbación del asma bronquial y cáncer pulmonar, entre otros efectos. En Chile, desde 1980 han proliferado los estudios que demuestran efectos de la contaminación atmosférica, especialmente de las partículas, sobre la mortalidad diaria, síntomas y consultas espiratorias. Estos estudios realizados primero en Santiago y luego en Temuco, han confirmado los resultados comunicados en publicaciones internacionales que han establecido que por cada 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de elevación de los niveles de PM10 en 24 horas se produce en promedio un aumento de alrededor del 3% de la mortalidad general. También estos estudios han detectado que el aumento de PM10 se asocia a aumento de la mortalidad respiratoria y cardiovascular. En relación al PM2,5 estudios nacionales han encontrado que un aumento de la concentración de PM2,5 por encima de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ propicia el aumento de las consultas por neumonías infantiles. Se ha propuesto un nivel de 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ N como norma diaria de PM2,5 para el año 2012 (Resolución Exenta N° 4624 de CONAMA del 10.08.2009). Por otra parte, un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el promedio diario de PM2,5 se asoció a un aumento de 5% del riesgo de síndrome bronquial obstructivo con un día de rezago en un seguimiento de 504 lactantes menores de 1 año, usuarios de consultorios del área Sur-Oriente de Santiago. La asociación entre PM2,5 y síndrome bronquial obstructivo se mantuvo

hasta con 9 días de rezago y fue más evidente en lactantes con historia de asma familiar que en lactantes sin este antecedente. (16,22,23)

Los efectos agudos de la exposición a PM10 y dióxido de azufre sobre la salud respiratoria fueron evaluados durante 66 días en 114 niños de 6 a 12 años que habitaban el área de influencia del complejo industrial Puchuncaví-Ventanas en la Región de Valparaíso, encontrándose que la exposición a estos contaminantes redujo el flujo espiratorio cúspide (PEF) y aumentó significativamente la ocurrencia de tos y expectoración y el uso de broncodilatadores en los niños inicialmente sintomáticos respiratorios. En los niños asintomáticos, la exposición redujo el PEF y aumentó la ocurrencia de sibilancias. Concluyéndose que la salud respiratoria de estos niños estaba siendo afectada por estos contaminantes siendo urgente y necesario disminuir los niveles de contaminación atmosférica en esa zona.

Tabla 2. Factores que explican la mayor susceptibilidad del sistema respiratorio a los contaminantes atmosféricos en la infancia y en la senectud^{5,7}

Infancia	Senectud
Menor efectividad de la tos por menor desarrollo de la musculatura respiratoria	Disminución de la fuerza de los músculos inspiratorios y menor efectividad de la tos
Mayor ventilación por mayor frecuencia respiratoria en reposo, aumenta la dosis efectiva de contaminantes	Rigidez torácica
Ausencia de ventilación colateral agrava la obstrucción de vías aéreas periféricas (< 2 mm de diámetro)	Disminución de la respuesta ventilatoria a la hipoxia y a la hipercapnia
Mayor resistencia de las vías aéreas periféricas genera el 50% de la resistencia total al flujo aéreo (en el adulto es < 20%)	Disminución de la percepción de obstrucción bronquial
Menor volumen pulmonar y menor superficie alveolar	Disminución de la superficie alveolar por "enfisema senil"
Mecanismos defensivos no plenamente desarrollados y mayor dificultad en la eliminación de partículas desde las vías aéreas	Disminución de la depuración mucociliar
Mayor exposición a contaminantes atmosféricos, porque los niños pasan mayor parte de su tiempo al aire libre	

fuente: contaminación aérea y sus efectos en salud, Rev Chil Enf Respir 2010; 26: 16-25

Tabla 3. Efectos adversos de los contaminantes aéreos sobre el sistema respiratorio^{5,6}

Contaminante	Efecto a corto plazo	Efecto a largo plazo
Material particulado "respirable" (PM ₁₀) y fino (PM _{2,5})	Aumento de morbilidad respiratoria Disminución en la función pulmonar Interferencia en mecanismos de defensa pulmonar: fagocitosis y depuración mucociliar Síndrome bronquial obstructivo	Menor desarrollo de la estructura y función del sistema respiratorio Mayor riesgo de cáncer en la edad adulta (HAPs)
Particulado ultrafino (PM _{0,1})	Mayor respuesta inflamatoria. (comparado con PM ₁₀ y PM _{2,5}) Pasaje rápido a la circulación y a otros órganos	
Ozono (O ₃)	Disminución de frecuencia respiratoria y disminución de CVF y VEF ₁ Alveolitis neutrofílica, aumento de permeabilidad e hiperreactividad bronquial Alteración del epitelio alveolar (células tipo II)	Daño de células epiteliales, "bronquiolización" alveolar Disminución del desarrollo de CVF y VEF ₁
Dióxido de azufre (SO ₂)	Obstrucción bronquial Hipersecreción bronquial	Bronquitis crónica
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Hiperreactividad bronquial Aumento de síntomas respiratorios y exacerbaciones de asma Aumenta la respuesta a la provocación con alérgenos Disminución de la actividad mucociliar	Posible decremento del desarrollo pulmonar
Monóxido de carbono (CO)	Disminución en la capacidad de ejercicio	
Plomo (Pb)	Alteración del epitelio bronquiolar (células de Clara)	

CVF: Capacidad vital forzada; VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo. HAPs: hidrocarburos aromáticos policíclicos.

fuentes: contaminación aérea y sus efectos en salud, Rev Chil Enf Respir 2010; 26: 16-25

III. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

3.1.1 Determinar el índice de calidad del aire y su riesgo en las enfermedades respiratorias y exacerbaciones de asma agudas, en niños de 6 a 12 años residentes en colonias de mayor contaminación ambiental de la ciudad de Guatemala (castillo Lara), en el periodo de enero a octubre de 2017.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.2.1 Riesgo de tener un peak-flow debajo del 50 percentil cuando existen índices de calidad del aire insalubre a peligroso en el ambiente, en niños de 6 a 12 años residentes de la ciudad de Guatemala en el periodo de enero a octubre de 2017.

3.2.2 Riesgo de desarrollar IRA, o exacerbaciones de asma y rinitis, en ambientes de contaminación ambiental en niños de 6 a 12 años residentes de la ciudad de Guatemala en el periodo de enero a octubre de 2017.

3.2.3 Identificar la estación del año en que hay mayor contaminación del aire y su relación directa con los pacientes con exacerbación de asma, en niños de 6 a 12 años residentes de la ciudad de Guatemala en el periodo de enero a octubre de 2017.

3.2.4 Relacionar el tipo de contaminante más importante con el riesgo de enfermedad respiratoria aguda, en niños de 6 a 12 años, residentes de la ciudad de Guatemala en el periodo de enero a octubre de 2017.

IV. MATERIAL Y METODOS

4.1 PROPUESTA DE MUESTREO

Pacientes quienes acudan a los establecimientos dentro de los perímetros contaminados y que presenten problemas de vías respiratorias, que residan a menos de 5 kilómetros de las plantas de detección del laboratorio de medición del aire de la facultad de Ciencia Químicas. En la Ciudad de Guatemala.

4.2 DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio analítico de casos y controles

4.3 METODOS Y MUESTREOS

Se realizó un muestreo no probabilístico de 2 proporciones para estudio de casos y controles

$$n = \frac{\left[z_{1-\alpha/2} \sqrt{2p(1-p)} + z_{1-\beta} \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)} \right]^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

p1: .40
p2: .29
za: 1.96
zB: 1.64

$$\frac{1.96\sqrt{20.2(1-0.29)} + 1.64\sqrt{0.40(1-0.40)} + 0.29(1-0.29)}{0.40-0.29}$$

N= 448 Pacientes

4.4 SELECCIÓN DE SUJETOS A ESTUDIO

Se tomaron como casos a pacientes de 6 a 12 años, quienes acudan a los establecimientos dentro de los perímetros establecidos y que presenten problemas de vías respiratorias, que residan a menos de 5 kilómetros de las plantas de

detección del laboratorio de medición del aire de la facultad de Ciencia Químicas. En la Ciudad de Guatemala, y como controles a la misma población de niños pero que no tienen problemas respiratorios.

Criterios de inclusión:

- Pacientes de 6 a 12 años de edad que residen dentro de los 5 kilómetros de radio de las estaciones medidoras del índice de calidad del aire y que asistan a las escuelas: escuela Uruguay, escuela Vicenta Laparra, escuela republica de Corea, escuela republica de Belice y escuela Pedro Valenzuela
- Pacientes cuya madre o encargado firme el consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Paciente con antecedente de ventilación mecánica prolongada y Parálisis Cerebral Infantil, ERGE, anomalías craneofaciales.
- Pacientes conviviente con fumador activo del hogar, y uso de cocina de leña.

4.5 Variables a investigar

- Factor de riesgo.
- Índice de calidad del aire
- Estación del año.
- Contaminante.
- Peak- Flow
- Enfermedad respiratoria.
- Control de asma

4.6 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	SUBVARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO	UNIDAD DE MEDIDA
Factor de riesgo:	Es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumenta su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. Como la edad, el sexo, si recibió lactancia materna o no y el estado nutricional.	a. Edad	Edades en años comprendidas en el estudio	Cuantitativa continua	Razón	Boleta de recolección de datos	Años
		b. Sexo	Perteneciente a femenino o masculino	Cualitativa	nominal	Boleta de recolección de datos	Masculino Femenino
		c. Estado nutricional	Normal Desnutrición proteico calórica	Cualitativa	Ordinal	Adecuaciones nutricionales	Puntaje Z: (ver anexo no.3)
		d.	Si tiene antecedente atópico diagnosticado por médico. No tiene antecedente atópico	Cualitativa	Nominal	Boleta de recolección de datos	Si No
		e. Lactancia materna	Si recibió lactancia materna. No recibió lactancia materna	Cualitativa	nominal	Boleta de recolección de datos	Si No
Diversidad climática	Periodos del año en los que las condiciones	Época del año de enero a octubre	Seca Lluviosa	Cualitativa	Nominal	Boleta de recolección de datos	Enero – mayo Junio -octubre

Polución	<p>climáticas imperantes se mantienen, en una determinada región, dentro de un cierto rango. Estos periodos son normalmente cuatro y duran aproximadamente e tres meses y se denominan: primavera, verano, otoño e invierno.</p>	Contaminante	<ul style="list-style-type: none"> • PM10 (microparticula de 10 micrometros) • PM 2.5ug/m3 (microparticula de 2.5 micrometros) • O3 (ozono ppb) 	Cuantitativa discreta	Razón	Reporte de índice de calidad del aire por laboratorio de monitoreo del aire de la facultad de ciencias químicas USAC	Aumento por encima de los valores guías por la OMS para cada componente Ver anexo no.4
----------	--	--------------	---	-----------------------	-------	--	--

Peak-Flow	Es el mayor flujo que se alcanza durante una maniobra de espiración forzada, y es un índice aceptado como medida independiente de la función pulmonar	Función pulmonar	<ul style="list-style-type: none"> • SO2 (Dióxido De Azufre ppb) • NO2 (Dióxido De Nitrógeno ppb) • CO (Monóxido De Carbono ppm) 	Volúmenes pulmonares en litros/min	Quantitativa a Continua	Razón	Interpretación de resultados según escala de gregg y nunn para menores de 15 años	Volúmenes: Normal: por arriba del percentil 50 Alterado o bajo: por debajo del percentil 10
Enfermedad respiratoria	Afectación de las vías respiratorias altas y bajas con un cuadro clínico no mayor de 15 días de evolución	Infección de vías respiratorias altas	Faringitis y amigdalitis Resfriado común Crup OMA Sinusitis aguda	Volúmenes pulmonares en litros/min	Cualitativa	Nominal	Boleta de recolección de datos.	Frecuente (5-7 veces/año) Infrecuente (menor a 5 veces/año)

	Infección de vías respiratorias bajas	Bronquitis aguda Bronquiolitis Neumonía	Cualitativa	Nominal	Boleta de recolección de datos.	Frecuente (5-7 veces/año) Infrecuente (menor a 5 veces/año)
Exacerbación de asma	Episodios caracterizados por un aumento progresivo en la dificultad para respirar, sibilancias y opresión torácica asociado a disminución de flujo de aire espirado	Si No	Cualitativa	Razón	Pick-Flow Oxímetro de pulso	Si: Leve Moderada Intensa
Índice de calidad del aire	Contaminante es una cifra que proporcionan las autoridades de una zona (normalmente urbana) y que refleja las cantidades de contaminantes presentes en el aire	Buena Moderada Dañina para la salud a grupos de riesgo Dañina a la salud Muy dañina a la salud Peligrosa	Cuantitativa a discreta	Razón	Límites establecidos por la United States Environmental Protection Agency (EPA)	Ver anexo 5

4.7 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

(Ver Anexo 3)

4.8 PROCEDIMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS:

En el presente estudio se capturó a los pacientes de 6 a 12 años, quienes acudieron a los establecimientos dentro de los perímetros establecidos y que presentaron problemas de vías respiratorias, además de alteración en la medición del peak Flow que residan a menos de 5 kilómetros de las plantas de detección del laboratorio de medición del aire de la facultad de Ciencia Químicas.

A los casos que cumplieron con los criterios de inclusión del presente estudio se les dio seguimiento longitudinal remitiéndoles a consulta de niño sano en especialidad de neumología e inmunología y alergias en el Hospital Roosevelt para dar seguimiento al comportamiento de los síntomas y relación con la polución para el periodo del año y la zona geográfica de residencia.

Los niños a los cuales estuvieron bajo estudio se les llenó una boleta de recolección de datos, con los ítems que se desearon evaluar para este estudio, Y los valores de referencia según el nomograma de los volúmenes de peak-flow para cada niño al llegar a la consulta. Sin tener ningún costo económico para el paciente y sus padres.

Se realizó visita a las escuelas que se encontraron dentro de las áreas de factores de riesgo de mayor contaminación ambiental, informándoles acerca del estudio a realizarse para poder solicitar autorización de la misma en los alumnos que comprendieron las edades de 6 a 12 años , así como se les entregó un informe escrito de la metodología utilizó en los niños que asistieron a dicha escuela, enviando una copia a los padres de familia , solicitando autorización para la misma en quienes desearon participar de forma voluntaria, para que fueran incluidos en el trabajo de investigación.

Posterior a ello, el seguimiento de los niños incluidos en el estudio se realizó visitando una escuela asignada, 1 vez por mes que incluyó la localización a investigar según el riesgo de exposición, con la previa autorización del director y cuerpo docente del establecimiento, así como ,con el consentimiento informado por cada padre de familia de los niños a incluir, según la cantidad de la muestra obtenida

para este estudio. En donde se tabularon los datos requeridos previamente en la boleta epidemiológica y los estudios anteriormente descritos y correlacionándolos mes por mes en base a los datos otorgados por el laboratorio de monitoreo del aire de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que al final se puede obtener un informe anual de los mismo y poder realizar un análisis de los resultados obtenidos y hacer una correlación de los factores de riesgo a estudiar durante un año que duró el estudio.

Grupo muestra	Grupo control
<ul style="list-style-type: none"> • Niños y niñas comprendidos entre 6 a 12 años de edad, con enfermedad respiratoria, asma y rinitis. • Pacientes que residen dentro de los 5 kilómetros de radio de las estaciones medidoras del índice de calidad del aire. • Pacientes residentes en zonas de mayor exposición a polución. 	<ul style="list-style-type: none"> • Niños y niñas comprendidos entre 6 a 12 años de edad, sanos de escuelas a estudio. • Pacientes que residen dentro de los 5 kilómetros de radio de las estaciones medidoras del índice de calidad del aire. • Pacientes residentes en zonas de mayor exposición a polución

4.9 PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE INFORMACIÓN:

Se realizó un análisis en base a Odds ratio en cuadro de dos por dos ya que al ser un estudio transversal se prefiere utilizar este tipo de análisis como una medida de efecto alternativo al riesgo relativo.

Fórmula a utilizar:

	Casos	controles	
Expuesto	A	B	Total de expuestos (m_i)
No expuestos	C	D	Total de no expuestos (m_o)
	Total de casos (n_i)	Total de controles (n_o)	Población total (n)

OR: $\frac{A \cdot D}{B \cdot C}$

V. RESULTADOS

En el presente informe de trabajo de campo de dicho estudio se identificaron 4 escuelas dos en jornada matutina y dos en jornada vespertina en las cercanías de calzada Roosevelt y calzada San Juan que son dos de las principales arterias de afluencia vehicular, en donde existen medidores del índice de calidad del aire del laboratorio de monitoreo del aire de la facultad de ciencias químicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se han evaluado en total 985 niños

Casos: 140 niños

Controles 90 niños

Total 230 niños

Tabla no. 1 GENERO y EDADES
IMPACTO DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS
EXACERBACIONES DE ENFERMEDADES PULMONARES Y ASMA O
RINITIS EN NIÑOS.

	Caso	Porcentaje	Control	Porcentaje
Femenino	68	48.5%	44	48.8%
Masculino	72	51.5%	46	51.2%
6-8 años	40	28.5%	45	50%
9- 11 años	69	49.2%	35	38.8%
12 años	31	22.3%	10	11.2%

Fuente: boleta de recolección de datos.

Tabla No. 2. FACTORES DE RIESGO

IMPACTO DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS EXACERBACIONES DE ENFERMEDADES PULMONARES Y ASMA O RINITIS EN NIÑOS.

Factor	Exposición	Caso	Control	OR	IC : 95%	Valor de P
Uso de lactancia materna	Expuesto	67	47	1.4	0.5-3.30	0.44
	No expuesto	73	43			
Desnutrición	Expuesto	7	6	0.73	0.23-2.36	0.59
	No expuesto	133	84			
Obesidad	Expuesto	12	8	0.96	0.37-2.45	0.93
	No expuesto	128	82			
Atopia	Expuesto	42	25	1.11	0.6-2.00	0.71
	No expuesto	98	65			
Asmáticos	Expuesto	95	38	2.8	1.6-4.9	0.0001
	No expuesto	45	52			

Fuente: boleta de recolección de datos.

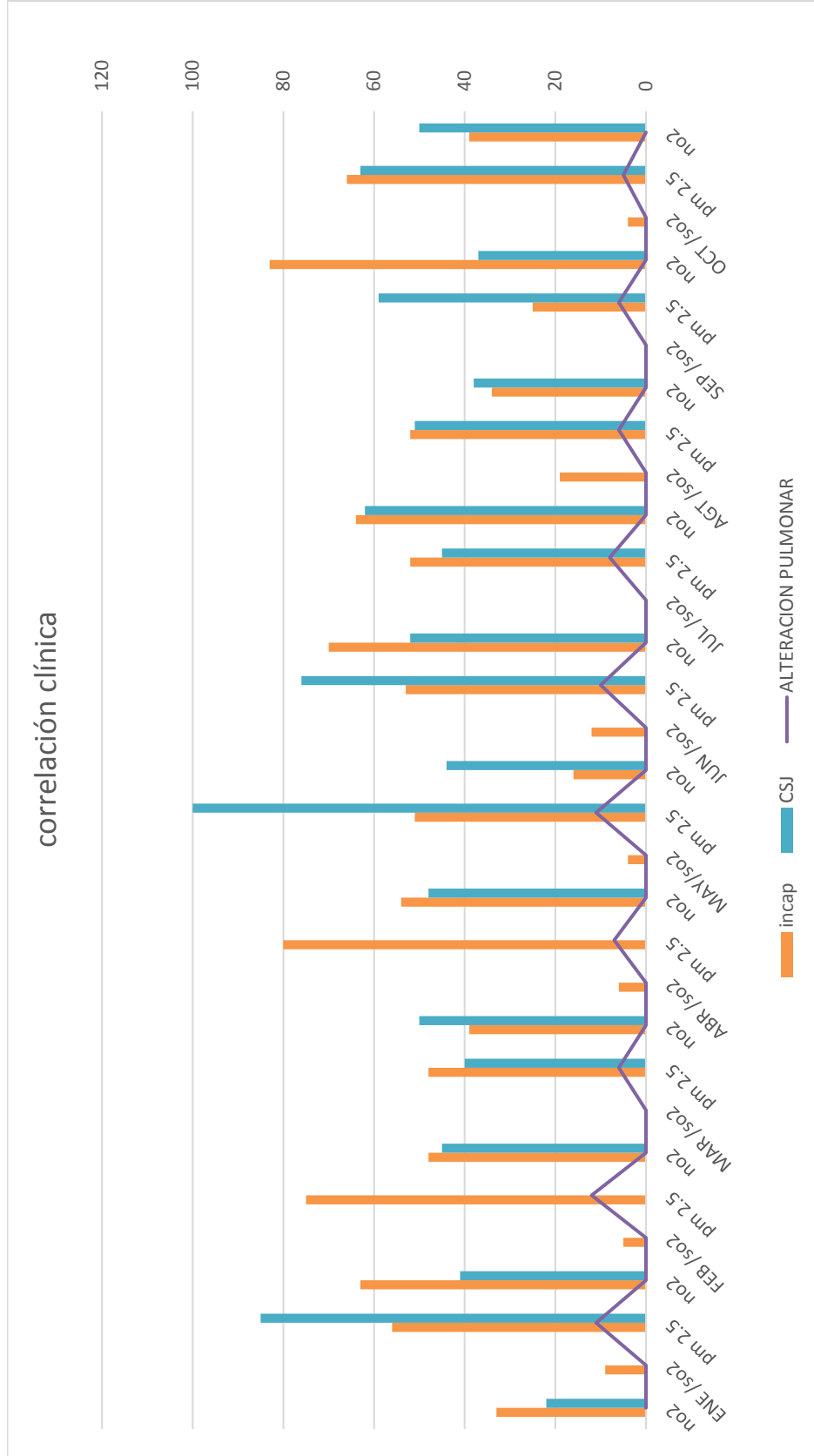
Tabla No. 3. ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

IMPACTO DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS EXACERBACIONES DE ENFERMEDADES PULMONARES Y ASMA O RINITIS EN NIÑOS.

Factor	Exposición	Caso	Control	OR	IC: 95%	Valor de P
Resfriado común	Expuesto	80	41	1.5	0.93- 2.70	0.08
	No expuesto	60	49			
faringoamigdalitis	Expuesto	44	38	0.62	0.36- 1.08	0.09
	No expuesto	96	52			
Otitis media aguda	Expuesto	10	7	0.91	0.33- 2.49	0.85
	No expuesto	130	83			

Fuente: boleta de recolección de datos.

**Grafica No.1 CORRELACION CLINICA Y LOS NIVELES DE CONTAMINACION
 IMPACTO DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS EXACERBACIONES DE ENFERMEDADES
 PULMONARES Y ASMA O RINITIS EN NIÑOS.**



Fuente: boleta de recolección de datos, informe mensual de laboratorio de monitoreo del aire, USAC 2017

Tabla No. 4. CORRELACION CLINICA DE TENER PEAK FLOW POR DEBAJO DEL 50 PERCENTIL CON LA EXPOCION A MICRO PARTICULA DE 2.5 MP

IMPACTO DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS EXACERBACIONES DE ENFERMEDADES PULMONARES Y ASMA O RINITIS EN NIÑOS.

Micropartícula 2.5	Casos	controles	OR	IC 95%	Valor de p
Expuesto	82	40	1.76	1.03-3.01	0.03
No expuesto	58	50			

Fuente: boleta de recolección de datos, informe mensual de laboratorio de monitoreo del aire, USAC 2017

VI. DISCUSIÓN Y ANALISIS

Según la OMS, la contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud de cada habitante de determinado país o ciudad. producida por sustancias químicas generadas por el mismo ser humano como material de desecho de maquinaria utilizada principalmente.

La medición de los efectos en salud por la contaminación debida a material particulado es un tema que cada vez cobra más vigencia, por lo que el estado de la calidad del aire en Guatemala es un tema desconocido para la mayoría de los guatemaltecos, tanto en el aspecto técnico como en el legal, principalmente en la población infantil que es la más susceptible a estas complicaciones. Y con mayor aumento de la morbilidad en aquellos con atopia, rinitis o asma bronquial ya que existe evidencia de que la contaminación del aire por material particulado (MP) está asociada con enfermedad respiratoria especialmente en niños menores de 5 años. Los niños que viven en áreas altamente contaminadas son más propensos a buscar atención médica.

Estos efectos adversos dependen, por una parte, de la concentración y la duración de la exposición y por otra, de la susceptibilidad de las personas expuestas como se mencionó anteriormente. La dosis efectivamente recibida es dependiente de la ventilación minuto, elevando la carga de contaminantes que recibe el pulmón, destaca el aumento de la temperatura y humedad que dificultan la termólisis, el aumento de la altitud, que lleva a la disminución de la presión inspirada de O₂ y por ende a hipoxemia hipobárica, estados febriles y el ejercicio físico.

Todas ellas son condiciones que provocan un aumento de la frecuencia respiratoria y del volumen corriente que son los factores determinantes de la ventilación minuto. Este informe presenta los resultados del estudio transversal analítico, de enero a octubre del año 2017 en seis puntos de muestreo de los contaminantes, ubicados en la ciudad de Guatemala, de los cuales solo se tomaron 2 (INCAP y calzada San Juan) en donde estaban ubicadas las escuelas urbanas de niños bajo estudio, utilizando metodologías estandarizadas para la obtención de resultados, los cuales evidencian la contaminación en el aire de la ciudad de Guatemala.

En donde se pudo observar que 51.4% fueron masculinos y el 48.6 casos femeninos, predominando los pacientes de 9 a 11 años con un total de 25.7 %, de los cuales únicamente el 30% de los 140 casos presentó antecedentes de atopia, que los puede predisponer a ser más sensibles a los niveles de contaminación del aire y en relación a ello como factores de riesgo se evidencio Odds ratio de 1.11 (IC 0.6-2.00) , para atópicos, en relación a exacerbaciones de asma encontrados en el estudio presento odds ratio : 2.8 (IC: 1.6-4.9) con un valor de p de 0.0001 que corresponde a un factor dañino, Y en cuanto a los niveles bajos de Flow por debajo del 50 percentil en asociación al mayor contaminante (micropartícula 2.5 mp) odds ratio en 1.76 (IC:1.03-3.01) que fueron relacionados estadísticamente significativos, en cuanto a las exacerbación de infección respiratoria el resfriado común como factor de riesgo presento OR 1.5 (IC 0.93-2.70), se también se tomó en cuenta el estado nutricional de los pacientes encontrados la mayoría en un estado nutricional normal , desnutridos con odds ratio : 0.73 (IC: 0.23-2.36) obesos 0.96 (IC: 0.37-2.45) ambos no fueron estadísticamente significativos. El contaminante más prevalente para el año 2017 se reportó que fueron la partícula de 2.5 micras y el óxido nítrico en los meses de mayo y agosto respectivamente, la relevancia de la micropartícula de 2.5 micras frente al óxido nítrico es debido a que llega hasta los alveolos terminales produciendo así más daño que el óxido nítrico, y en asociación de la relación con las infecciones respiratorias agudas y las exacerbaciones de asma que se reportaron en aumento en los meses de enero, febrero, y mayo. Coincidiendo únicamente en el mes de mayo las alzas en los contaminantes y en las exacerbaciones asmáticas y/o enfermedades respiratorias, por lo que consideramos que es la temporada del año que son más susceptibles los niños de la ciudad de Guatemala que habitan en donde existen mayor tránsito vehicular o mayor contaminación, para poder tomar las respectivas precauciones y darles un plan de acción para las mismas. Y con esto reducir la incidencia de las enfermedades respiratorias y las exacerbaciones de crisis asmáticas o rinitis. Así como también poder trasladar esta información a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) para poder implementar un plan de acción que puede tener el

apoyo del Ministerio de Comunicación y transportes de Guatemala, sobre la limitación de circulación vehicular.

6.1 CONCLUSIONES

6.1.1. El riesgo de tener un pick Flow debajo del 50 percentil cuando existen niveles de contaminación alta principalmente para micropartícula de 2.5 pm, obtuvo un OR de 1.76 con un intervalo de confianza de 95% (1.03-3.01) con un valor de p de 0.03 Lo que es estadísticamente significativo.

6.1.2 El riesgo de desarrollar IRA, evidencio Odds ratio de 1.5 (IC 0.93-2.70), para resfriado común, como principal factor de riesgo. Y de exacerbación de asma con 2.8 (IC 1.6-4.9) con un valor de p de 0.0001.

6.1.3 Se evidencio que la estación con mayor contaminación es la época lluviosa y al finalizar la misma principalmente en los meses de enero y febrero, así como también un alza en el mes de mayo.

6.1.4 El contaminante más importante registrado de enero a octubre de 2017, que produjo mayores niveles de contaminación es la micropartícula de 2.5pm, principalmente en enero, febrero, mayo y octubre considerado como dañino para la salud.

6.2 RECOMENDACIONES

6.2.1 Ampliar el programa de monitoreo del aire en más sectores de la ciudad capital, así como en los departamentos del país para poder tener una mejor visión de la contaminación de Guatemala, para que se tomen acciones en base a los resultados obtenidos en cada área monitorizada.

6.2.2 Dar seguimiento al estudio en cuanto a los avances de los niños identificados y monitorizar las recaídas exclusivas por la contaminación ambiental.

6.2.3 presentar los resultados de este informe a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) para poder implementar un plan de acción que puede tener el apoyo del Ministerio de Comunicación y transportes de Guatemala, sobre la limitación de circulación vehicular.

6.2.4 ofrecer un programa de protección de vías aéreas y de saneamiento ambiental a las familias de los niños que asisten a estas escuelas de mayor polución en la ciudad de Guatemala.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Oliva P. Calidad del aire en Guatemala compilación de la información existente [licenciatura]. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2008.
2. [Internet]. Atsdr.cdc.gov. 2019 [cited 8 August 2019]. Available from: https://www.atsdr.cdc.gov/es/hec/csem/asthma/docs/es_asthma.pdf
3. [Internet]. Apps.who.int. 2019 [cited 8 February 2017]. Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06_02_spa.pdf;jsessionid=95A8F920B3B8809F0DD93D9879E054AF?sequence=1
4. Monitoreo del aire | INSIVUMEH [Internet]. Insivumeh.gob.gt. 2019 [cited 8 February 2017]. Available from: <http://www.insivumeh.gob.gt/monitoreo-del-aire/>
5. Perez Zamora A. Fuentes móviles en ruta de Guatemala y los gases de efecto invernadero, año base 2013 [Internet]. Guatemala: ministerio de ambiente y recursos naturales dirección de cambio climático; 2013 p. 11-72. Available from: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/7762.pdf>
6. Programa de calidad del aire de insivumeh para la republica de Guatemala [Internet]. Insivumeh.gob.gt. 2019 [cited 8 February 2017]. Available from: <http://www.insivumeh.gob.gt:8080/calidadaire/quienessomos.htm>
7. Hernández- Cadena L. Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. Scielo [Internet]. 2019 [cited 10 March 2017];42(4):288-297. Available from: <https://www.scielo.org/pdf/spm/2000.v42n4/288-297/es>
8. Gavidia T, Pronkzuc J, D.sly P. Environmental impacts on the respiratory health of children: Global burden of paediatric respiratory diseases linked to the environment. Scielo [Internet]. 2019 [cited 18 March 2017];25(2):99-108. Available from: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482009000200006
9. Morales-Suárez M, Gallardo-Juan A, García-Marcos L, Gimeno-Clemente N, López-Silvarrey Á. The Impact of Atmospheric Pollutants on the Prevalence of Atopic Eczema in 6-7-Year-Old Schoolchildren in Spain; ISAAC Phase III. Iran J Allergy Asthma Immunol [Internet]. 2019 [cited 8 August 2019];12(3):220-227. Available from: https://www.researchgate.net/publication/253335769_The_Impact_of_Atmospheric_Pollutants_on_the_Prevalence_of_Atopic_Eczema_in_6-7-Year-Old_Schoolchildren_in_Spain_ISAAC_Phase_III
10. Weiland S, Husing A, Strachan D, Rzehak P. Climate and the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinitis, and atopic eczema in children. Occup Environ

Med [Internet]. 2019 [cited 8 April 2017];61(7):609-615. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1740799/>

11. Estrategia global para el manejo y la prevención del asma. Informe GINA 2014 [Internet]. Iniciativa Global para el asma; 2014. Available from: <https://ginasthma.org/>

12. Global initiative for asthma. Adolescents and children 6 years and older . 2015 p. 83-101.

13. Global initiative por asthma. 2015 poket guide for asthma management and prevention in children 5 years and younger . 2015 p. 5-27.

14. Solé D, Filho N, Sarinho E, Camelo-Nunes I, Barreto B, Medeiros M et al. Prevalence of asthma and allergic diseases in adolescents: nine-year follow-up study (2003-2012) [Internet]. 2015 [cited 7 April 2017]. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572015000100030

15. Vargas Marcos F. La contaminación ambiental como factor determinante de la salud [Internet]. Scielo.isciii.es. 2007 [cited 11 May 2017]. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200001

16. Ortiz E, Ávila S, Linares A, Factores predisponentes de infecciones respiratorias agudas. Hospital Pediátrico General Milanés. 2010; 16(1).

17. López, X., Massip, J., Massip, T., & Dominguez, Y. (2014). Risk factors for recurrent upper respiratory tract infection in children aged under five years old. *Rev Panam Infectol* 2014. *Revista Panamericana de Infectología*, 16(1), 7–16. Recuperado de <https://studylib.es/doc/8227486/factores-de-riesgo-de-infecciones-respiratorias-altas-rec...>

18. Mezquía, A., Cumba, C., Aguilar, J., Garcia, R., & Acosta, L. (2011). Condiciones ambientales riesgosas para las infecciones respiratorias agudas en escolares de primaria. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 27(2), 155–160. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252011000200003

19. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. (2014). *Memoria de Estadísticas Vitales y Vigilancia Epidemiológica 2014*. Recuperado de <http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Memoria%20Vigepi%202014.pdf>

20. Ramírez, M., Rojas, R., & García, R. (2009). Risky environmental conditions for acute respiratory infections in primary school students. *Información Tecnológica*, 20(3), 89–100. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v20n3/art11.pdf>

21. Romero, M., Mas, P., Lacasaña, M., Téllez, M., Aguilar, J., & Romieu, I. (2004). Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en

menores de edad, de La Habana. *Salud Pública de México*, 46(3), 222–233. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/106/10646306.pdf>

22. Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista Chilena de enfermedades respiratorias*, 26(1), 16–25. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482010000100004

23. Cebulj, D., Vildoso, J., Quezada, E., Figueroa, F., Prieto, M., Diaz, V., . . . Orellana, B. (2011). Función pulmonar en niños sanos de 7 y 8 años de las comunas de Cerro Navia y Los Andes expuestos a diferentes niveles de contaminación por MP10.. *Salud Uninorte*, 27(2), 198–209. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81722541005>

24. Zayas, R. Dr., & Cabrera, U. Dr.. (2007). Los tóxicos ambientales y su impacto en la salud de los niños. *Revista Cubana de Pediatría*, 79(2), 198–209. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-312007000200006

25. Muñoz, M. (2015). *Informe final de EPS realizado en laboratorio de monitoreo del aire escuela de química, USAC*. Recuperado de <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/EPSQ126.pdf>

VIII. ANEXOS

VII.I TECNICA E INTERPRETACION DE PEAK-FLOW ANEXO 1

Introducción

El flujo espiratorio máximo (FEM) o *peak expiratory flow* (PEF) en terminología anglosajona, es el mayor flujo que se alcanza durante una maniobra de espiración forzada. Se consigue al haber espirado el 75-80% de la capacidad pulmonar total (dentro de los primeros 100 ms de espiración forzada) y se expresa en litros/minuto, litros/segundo o como porcentaje de su valor de referencia. Refleja el estado de las vías aéreas de gran calibre, y es un índice aceptado como medida independiente de la función pulmonar. Los espirómetros actuales ofrecen los valores de FEM junto al resto de parámetros de función pulmonar. No obstante, la utilidad del FEM se centra en la posibilidad de medición en distintas circunstancias mediante medidores portátiles. La ventaja de éstos es que pueden ser transportados y manejados por el paciente de manera sencilla.

La utilización de la medición del Flujo Espiratorio Máximo (FEM) o flujo espiratorio topeo cúspide con un equipo diferente al tradicional espirómetro, ha sido posible con la creación del fljómetro de Wright y posteriormente con su versión simplificada, conocida como "mini Wright". Estos equipos, de menor costo y actualmente de amplia distribución, se utilizan en los enfermos con patologías respiratorias obstructivas, porque las variaciones de sus mediciones son paralelas a las del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en la espirometría, que ha sido la evaluación tradicional del diagnóstico y seguimiento de las limitaciones ventilatorias obstructivas.

Indicaciones

- Evaluación de patologías con alteraciones respiratorias, principalmente obstructivas.
- Evaluación de la variabilidad circadiana de sus resultados.
- Cuantificación de la gravedad de la alteración.
- Objetivación de la respuesta a terapias broncodilatadoras o esteroidales.
- Evaluación en el tiempo de la patología de base.
- Evaluación de la obstrucción bronquial por ejercicio.

Técnica

- Posición de pie.
- Colocar el indicador a cero.
- Sujetar el medidor en posición horizontal sin interferir el recorrido del indicador.
- Efectuar una inspiración máxima.
- Cerrar los labios alrededor de la boquilla.
- Evitar bloquear la salida de aire con la lengua.
- Soplar de forma explosiva, lo mas rápido y fuerte posible.
- Realizar la lectura y anotar su valor.
- Colocar el indicador a cero.
- Repetir el proceso dos veces más y registrar su valor más alto.

Hay que tener presente que se trata de maniobras cuyo resultado (FEM) es dependientes del esfuerzo y que en pacientes nuevos es necesario explicar bien la técnica y entrenarlos antes de efectuar el registro.

Los equipos tienen una vida media útil que es muy dependiente del cuidado que se tenga con ellos, por lo cual se aconseja comparar sus resultados cada 3 meses con controles biológicos.

Ventajas

1. Los resultados de la medida del FEM se correlacionan con los valores de FEV1 y proporcionan una estimación del grado de obstrucción bronquial.
2. Fatiga menos que la espirometría forzada ya que no requiere una espiración completa hasta volumen residual, maniobra que en algunos pacientes desencadena tos o sibilancias.
3. El medidor es pequeño, portátil y de uso sencillo, lo que permite mediciones en distintos entornos del paciente. Es relativamente fácil obtener la colaboración precisa por parte del enfermo. Puede ser utilizado a partir de los 5-6 años de edad.
4. El mantenimiento técnico del aparato es mínimo.
5. La interpretación del resultado es simple al contrario de lo que puede suceder con la espirometría. Ello permite que el personal sanitario adiestre al paciente para su interpretación.

Inconvenientes

1. No puede sustituir a la espirometría cuando se usa para la evaluación inicial del paciente asmático. La sensibilidad del FEM es menor que la del FEV1. Se han detectado sobrelecturas de

hasta 80 l/min en rangos medios (aproximadamente 300 l/min), e infralecturas de hasta 60 l/min en rangos altos (aproximadamente 600-800 l/min).

2. No proporciona información de la función de las vías de pequeño calibre.

3. En seguimiento a largo plazo requiere el compromiso del paciente para realizar la maniobra con

la periodicidad aconsejada y registrar los datos, lo cual implica un esfuerzo, especialmente en fases estables de la enfermedad.

Evaluación

Se debe usar siempre el gráfico de valores normales de Gregg y Nunn, no es conveniente

extrapolar valores de la espirometría.

Idealmente se debiera tener conocido y registrado el “mejor valor” en los pacientes crónicos, para usarlos como referencia.

1. Si se obtiene un valor de FEM igual o superior al 90 % del teórico o mejor valor conocido, se considera como patología estable o controlada.

2. Si el valor del FEM es inferior a dicho valor, hay que considerar al paciente con patología fuera de control.

3. Si el valor del FEM es inferior a 150 L/min es signo de gravedad y probable requerimiento de hospitalización, salvo que el mejor valor conocido sea cercano.

Niños. menores de 15 años												
Altura	91	99	107	114	122	130	137	145	152	160	168	175
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
	100	120	140	170	210	250	285	325	360	400	440	480

Tomado de "Guía semFYC de actuación en Atención Primaria.

VIII.IBOLETA DE RECOLECCION DE DATOS ANEXO 2

IMPACTO DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS EN NIÑOS

Estudiode caso y controles a realizarse en centro estudiantiles de primaria sobre el Impacto del índice de calidad del aire en el comportamiento de las infecciones respiratorias en niños de 6 a 12 años en la ciudad de Guatemala de enero a diciembre de 2017

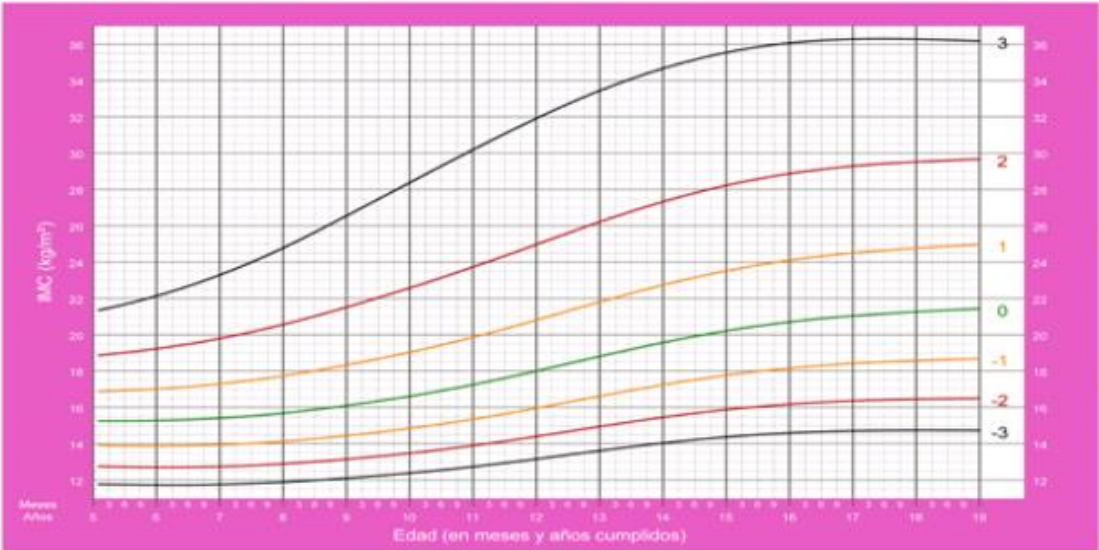
VARIABLE	CASOS		CONTROLES	
Edad				
Sexo				
• Masculino				
• Femenino				
Estado nutricional				
• Normal según puntaje Z OMS				
• Desnutrición proteico calórica según puntaje Z OMS				
Antecedente de alergia o atopia				
SI				
NO				
Lactancia materna	0-6 m	6m-12m	0-6 m	6m- 12 m
• Si recibió lactancia materna.				
• No recibió lactancia materna				
Función pulmonar en base a pick-flow	≤ 80%	> 80%	≤ 80%	> 80%
Infección de vías respiratorias altas				
• Faringitis y amigdalitis				
• Resfriado común				
• Crup				
• Otitis media aguda				

Sinusitis aguda		
Infección de vías respiratorias bajas		
Bronquitis aguda		
Bronquiolitis		
Neumonía		
Asmáticos		
CONTROLADO		
NO CONTROLADO		

VIII.III PUNTAJE Z PARA VALORACION DE ESTADO NUTRICIONAL ANEXO 3

IMC para la edad NIÑAS

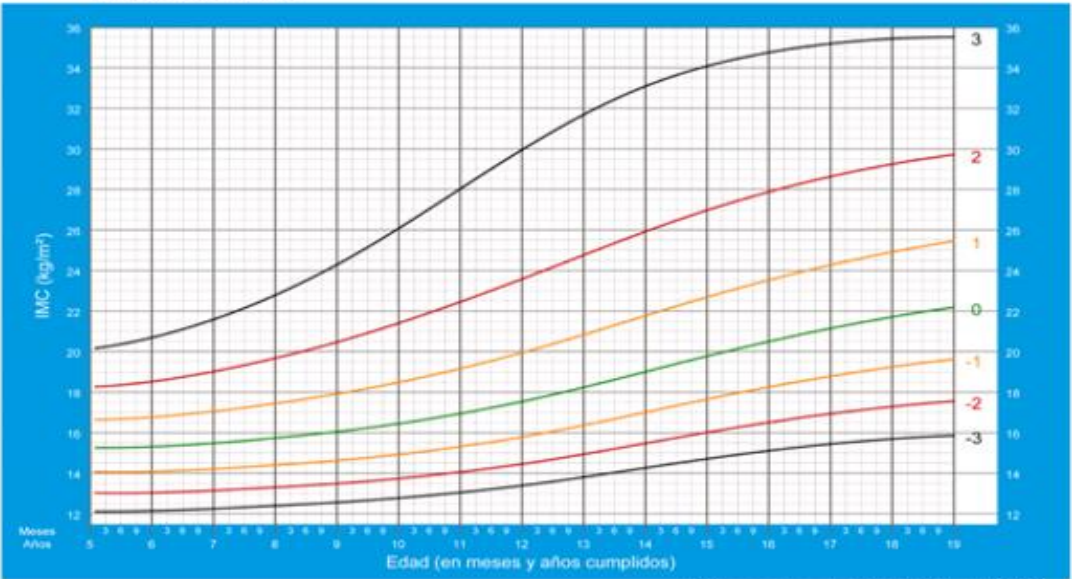
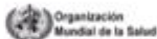
Puntuación Z (5 a 19 años)



Patrones de crecimiento infantil de la OMS

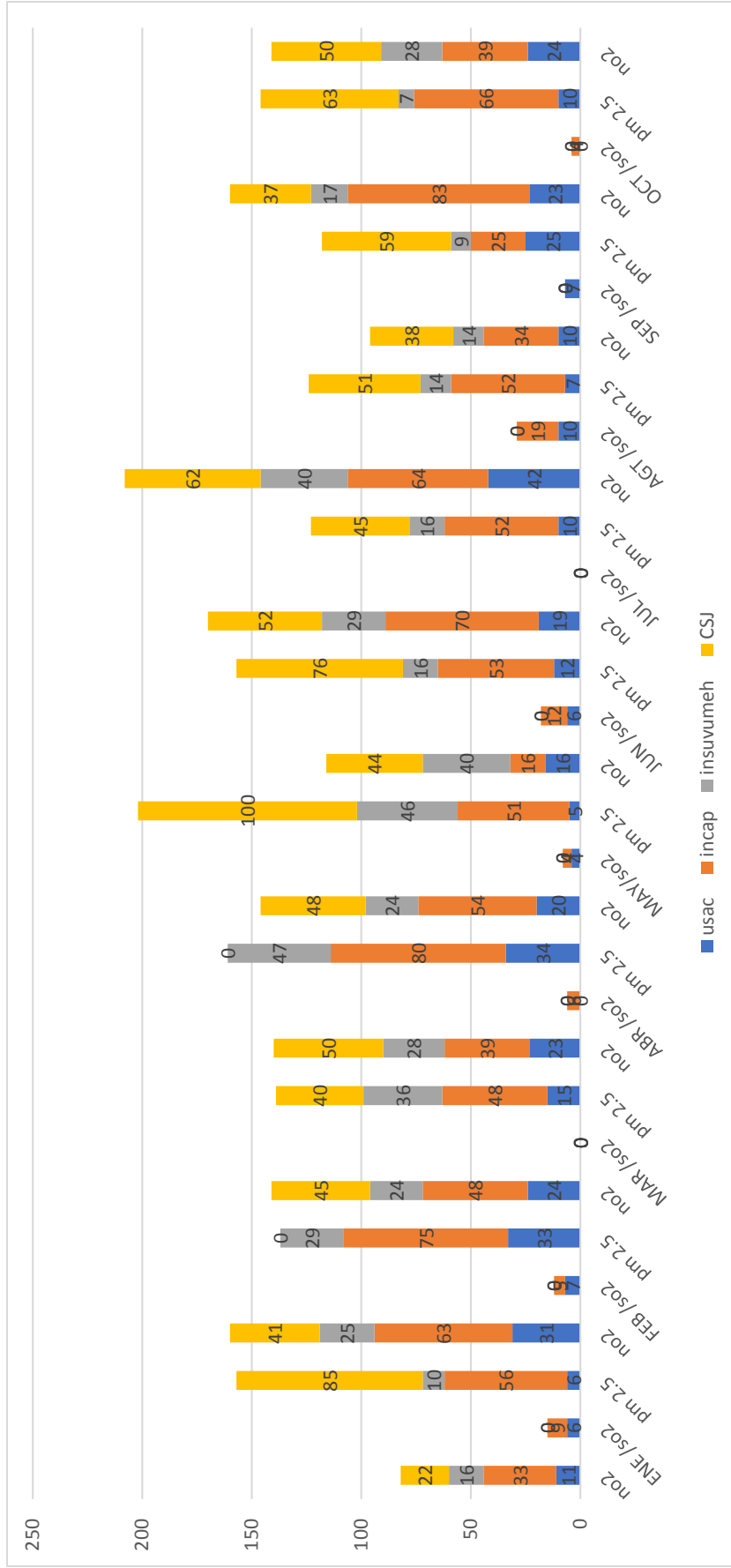
IMC para la edad NIÑOS

Puntuación Z (5 a 19 años)



Patrones de crecimiento infantil de la OMS

VIII.IV POLUCION DE GUATEMALA DE ENERO A OCTUBRE DE 2017 ANEXO 4



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Química, Laboratorio de monitoreo del aire, reporte mensual, año 2017.

VIII.V INDICE DE CALIDAD DEL AIRE ESTATUTOS EPA ANEXO 5

PUNTOS DE CORTE ICA

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O ₃ 8h ppm	O ₃ 1h ppm (1)	PM ₁₀ 24h µg/m ³	PM _{2.5} 24h µg/m ³	CO 8h ppm	SO ₂ 24h ppm	NO ₂ 1h ppm
0-50	Verde	Buena	0.000 0.059	---	0 54	0.0 15.4	0.0 4.4	0.000 0.034	(2)
51-100	Amarillo	Moderada	0.060 0.075	---	55 154	15.5 40.4	4.5 9.4	0.053 0.144	(2)
101-150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	0.076 0.095	0.125 0.164	155 254	40.5 65.4	9.5 12.4	0.145 0.224	(2)
151-200	Rojo	Dañina a la salud	0.096 0.115	0.165 0.204	255 354	65.5 150.4	12.5 15.4	0.225 0.304	(2)
201-300	Púrpura	Muy dañina a la salud	0.116 0.373 (0.155 0.404) (4)	0.205 0.404	355 424	150.5 250.4	15.5 30.4	0.305 0.604	0.65 1.24
301-500	Marrón	Peligrosa	(3)	0.405 0.604	425 604	250.5 500.4	30.5 50.4	0.605 1.004	1.25 2.04

Fuente: Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire, 2010, p. 137.

PERMISO DE AUTOR PARA COPIAR TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada” IMPACTO DEL INDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN EL RIESGO DE LAS EXACERBACIONES DE ENFERMEDADES PULMONARES Y ASMA O RINITNIS EN NIÑOS “para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.