UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Ingeniería
Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería

TESIS

LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS CONTAMINANTES DEL AIRE Y ELEMENTOS CLIMÁTICOS. EL CASO DE LA CIUDAD DE MEXICALI, B. C.

PRESENTADA POR:
Martha Esther Ramírez Rembao

PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS

DIRECTORA DE TESIS:
Dra. Rosa Imelda Rojas Caldelas

Mexicali, B. C. Noviembre de 2008

Con cariño dedico este trabajo a:

Miguel Antonio, mi esposo y compañero, por su paciencia y apoyo en mi deseo de seguir superándome

Y a mis cuatro hijas, que son la fuerza que impulsa el cumplimiento de mis metas

Loana Angelica

Tanya Alejandra

Martha Bibiana

Melisa Andrea

y con un profundo agradecimiento a todos mis maestros y compañeros del Instituto de Ingeniería, en especial a:

Dra. Rosa Imelda Rojas Caldelas,
Catedrático de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California, ***mi directora de tesis por el tiempo y atención que me dedico.***

A mis 6 sinodales, porque con sus observaciones me ayudaron a mejorar la tesis.
Dr. Rafael O. García-Cueto
Investigador del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California.

Dr. Margarito Quintero Núñez
Investigador del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California.

Dra. Sara Ojeda Benítez
Investigador del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California.

Dra. Kimberly Collins
Investigadora de San Diego State University, USA.

Dra. Ma. Elizabeth Ramírez B.arreto
Investigador del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California.

Dra. Rosa Imelda Rojas Caldelas
Catedrático de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California

Un especial agradecimiento a:
Universidad Autónoma de Baja California
Por ser la casa de estudios a través de la Facultad de Ingeniería, por el apoyo, tiempo de docentes y facilidades recibidas durante el desarrollo de los estudios de doctorado.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Por la beca otorgada para los estudios de doctorado.

a las siguiente Instituciones, por la información que me proporcionaron:
Secretaria de Salud, Jurisdicción Sanitaria No.1,
Secretaría de Desarrollo Económico,
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
Consejo Nacional de Población,
Consejo Estatal de Población de Baja California,
California Air Resources Borrad.

RESUMEN

A nivel mundial se presenta una gran preocupación en la población por la contaminación del medio ambiente y la forma como está afectando la salud de los seres humanos. Los contaminantes además de afectar la salud del hombre, también afectan la salud del planeta en general, modificando la composición del aire, el agua y la tierra y afectando en todas sus formas la salud de la población.

Existen un gran número de contaminantes generados en los países industrializados pero también en países en desarrollo, provocando cambios en la dinámica de salud de la población, producto de la falta de planeación en la urbanización, la utilización de combustibles en diferentes actividades, incremento en el numero de vehículos para el transporte, creación y uso de productos contaminantes en la vida diaria y en las actividades industriales, teniendo como resultado problemas de salud en la humanidad. El presente trabajo se enfoca a los problemas respiratorios, particularmente las Infecciones Respiratorias Agudas.

El objetivo del presente estudio es identificar la relación que existe entre los contaminantes ozono, monóxido de carbono y partículas suspendidas (PM_{10}) con la incidencia de morbilidad por Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en el área urbana de la ciudad de Mexicali, B. C. 2001-2005 y el impacto con temperatura y humedad. Para ello se analizó la información con modelos de regresión lineal y múltiple.

El resultado del presente estudio proporciona evidencia de una alta relación del monóxido de carbono con las IRA´s presentando un alto coeficiente de determinación en la zona occidente y centro de la ciudad, también una alta relación con temperatura. Con ozono una relación baja solo en la zona centro de la ciudad, con PM_{10} y humedad una relación baja en toda la ciudad.

ABSTRACT

Worldwide concern presents in the population due to environmental pollution and how it is affecting health in human beings. Contaminants not only affect the health in humans, but also of the planet in general, modifying the composition air, water and soil and affecting al forms of health in the population.

A great number of contaminants generated in industrialized countries but also in developing countries, that provoke changes in the health dynamics of the population, due to the lack of urban planning, the use of fuel in different activities, the growth in the number of vehicles use in transportation, the creation of various contaminant products that are used in daily life and industrial activities, that result in health hazards. This paper focuses on respiratory problems, particularly in Acute Respiratory Infections.

The objective of this study is identify the relationship of pollutants: ozone, carbon monoxide and suspended particles, with the morbidity of Acute Respiratory Infection (ARI) in the urban areas of Mexicali, B. C. from 2001 to 2005, and the impact of humidity and temperature. An analysis with lineal and multiple regression models was made from the information in health centers.

The result of this study finding a high coefficient of determination of carbon monoxide in the western and the centre zone and high with temperature in all the city, lower with ozone in center zone and with suspended particles and humidity a lower relation in all the city with ARI incidence.

INDICE **PÁGINA**

INTRODUCCIÓN.....1

CAPÍTULO I. LA SALUD DE LA POBLACIÓN Y VARIABLES AMBIENTALES.....7

I.1 INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (IRAS).....14
I.2 LA ATMÓSFERA Y LAS PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINANTES DEL AIRE.....19
I.3 PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA SALUD.....26
I.4 PRINCIPALES FUENTES FIJAS DE CONTAMINACIÓN.....34
I.5 PRINCIPALES FUENTES MÓVILES DE CONTAMINACIÓN.....44
I.6 PRINCIPALES FUENTES NATURALES DE CONTAMINACIÓN.....48
I.7 OTROS FENÓMENOS QUE CONTRIBUYEN A LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES.....49
I.8 LA MARGINACIÓN COMO ELEMENTO QUE CONTRIBUYE A LA INCIDENCIA DE IRAS EN MÉXICO.....50

CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS URBANO-AMBIENTALES DE MEXICALI, B. C.....56

II.1 POBLACIÓN DE MEXICALI, B. C.....58
II.2 INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS EN MEXICALI, B. C.....60
II.3 CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN MEXICALI.....61
II.4 VEHÍCULOS EN MEXICALI, B. C.....64
II.5 INDUSTRIAS EN MEXICALI, B. C.....67
II.6 PAVIMENTACIÓN EN MEXICALI, B. C.....74
II.7 MARGINACIÓN DE LA POBLACIÓN EN LA CIUDAD DE MEXICALI, B. C.....77
II.8 AGRICULTURA Y QUEMA DE CAMPOS DE CULTIVO EN MEXICALI, B. C.....77
II.9 TEMPERATURA Y HUMEDAD EN MEXICALI, B. C.....78

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....80

III.1 POBLACIÓN Y SALUD.....81
III.2 CONTAMINANTES DEL AIRE EN MEXICALI, B. C.....88
III.3 TEMPERATURA Y HUMEDAD EN MEXICALI, B. C.....91

CAPÍTULO IV. RESULTADO. RELACIÓN ENTRE LA MORBILIDAD POR IRAS Y LAS VARIABLES AMBIENTALES.....94

IV.1 POBLACIÓN Y SALUD.....94

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....116

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES.....121

REFERENCIAS.....125

ANEXOS.....131

TABLAS

TABLA 1. PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTE EN MÉXICO Y TASA DE DEFUNCIONES POR 100,000 HAB.2005. 18
TABLA 2. TASA DE MORTALIDAD POR IRAS EN MÉXICO 2000 A 2005 18
TABLA 3. PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA SALUD 26
TABLA 4. ALGUNOS EVENTOS DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD. 32
TABLA 5. NUEVE INDICADORES BASE PARA CALCULAR EL ÍNDICE DE MARGINACIÓN. 52
TABLA 6. GRUPO DE EDADES DE LA POBLACIÓN EN MEXICALI, B. C. 2005 59
TABLA 7. POBLACIÓN TOTAL DE MEXICALI B. C. DE 2000 A 2005 59
TABLA 8. TASA MÁXIMAS Y MÍNIMAS DE IRAS POR ENTIDAD FEDERATIVA 2000-2003 60
TABLA 9. UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO Y CONTAMINANTES QUE MIDEN. 62
TABLA 10. CRUCEROS Y AVENIDAS DE MEXICALI CON ELEVADA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS 2004. 66
TABLA 11. DISTRIBUCIÓN DE LA PEA SEGÚN INGRESO EN MEXICALI 2005 68
TABLA 12. EMPLEOS SEGÚN SECTOR Y RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA MEXICALI 69
TABLA 13. INDUSTRIA MAQUILADORA EN BAJA CALIFORNIA Y MEXICALI 1996-2004 70
TABLA 14. PARQUES INDUSTRIALES Y NÚMERO DE INDUSTRIAS EN MEXICALI 2005 72
TABLA 15. ALGUNOS ACCIDENTES QUÍMICOS EN MEXICALI, B. C. EN LOS ÚLTIMOS AÑOS 74
TABLA 16. POBLACIÓN TOTAL DE MEXICALI B. C. DE 2000 A 2005 82
TABLA 17. POBLACIÓN EN CENTROS DE SALUD DEL ÁREA URBANA MEXICALI 2001-2005 82
TABLA 18. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN ABIERTA 13 CENTROS DE SALUD CONEPO 01-05 83
TABLA 19. CENTROS DE SALUD URBANOS DE MEXICALI, B. C. Y SU LOCALIZACIÓN 84
TABLA 20. NÚMERO DE IRAS EN LOS 13 CENTROS DE SALUD URBANOS DE MEXICALI EN 2001 85
TABLA 21. NÚMERO DE IRAS EN LOS 13 CENTROS DE SALUD URBANOS DE MEXICALI EN 2005 86
TABLA 22. NÚMERO DE IRAS DE 2001 A 2005 DE LOS 13 CENTROS DE SALUD MEXICALI 86
TABLA 23. NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES 90
TABLA 24. TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO DE LA CIUDAD DE MEXICALI B. C. 2001-2005 91
TABLA 25. HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA PROMEDIO DE LA CIUDAD DE MEXICALI B. C. 2001-2005 92
TABLA 26. TASAS DE IRAS EN LOS 13 CENTROS DE SALUD DE MEXICALI DE 2001 A 2005. 98
TABLA 27. COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN VARIABLES MEXICALI 2001-2005 Y 2001-2003 110
TABLA 28. IRAS Y VARIABLES MEXICALI 2001 A 2003 O 2005 113
TABLA 29. METODOLOGÍA. 131
TABLA 30. TABLA DE CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE ENFERMEDADES 136
TABLA 31. PORCENTAJES DE POBLACIÓN Y ESTATUS DE PAVIMENTACIÓN 2004 139
TABLA 32. CORRELACIÓN CONTAMINANTES, CLIMA Y PAVIMENTACIÓN MEXICALI 2004 141
TABLA 33. CORRELACIÓN DE CONTAMINANTES, CLIMA Y PAVIMENTACIÓN MEXICALI 2004 141
TABLA 34. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN VARIABLES POR ORDEN EN MEXICALI, B. C. 2004 143
TABLA 35. CÁLCULO DE ÍNDICE DE MARGINACIÓN. 144
TABLA 36. PORCENTAJE DE POBLACIÓN Y NIVELES DE MARGINACIÓN E IRAS MEXICALI 2001 148
TABLA 37. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN VARIABLES MEXICALI 2001 150
TABLA 38. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN POR ORDEN MEXICALI 2001 150
TABLA 39. CONCENTRADO DE COEFICIENTES DE CORRELACIÓN POR ORDEN MEXICALI 2001 153
TABLA 40. NUMERO DE INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS EN 2002, 2003 Y 2004 154

FIGURAS

FIGURA 1. MÉXICO: ENTIDADES FEDERATIVAS SEGÚN GRADO DE MARGINACIÓN 2001 55
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE POBLACIÓN POR GRANDES GRUPOS DE EDAD,1970 A 2030 57
FIGURA 3. LOCALIZACIÓN DE LAS 6 ESTACIONES DE MONITOREO EN LA CIUDAD DE MEXICALI..... 61
FIGURA 4. ESTACIONES DE MONITOREO Y CENTROS DE SALUD. 63
FIGURA 5. PRINCIPALES VIALIDADES CON MAYOR CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS EN MEXICALI 2006..... 67
FIGURA 6. ÁREAS DE MEXICALI, B. C. CON CONCENTRACIÓN DE INDUSTRIAS 2005..... 73
FIGURA 7. DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA: PAVIMENTACIÓN 2004 76
FIGURA 8. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO. VARIABLES E IRAS. 80
FIGURA 9. UBICACIÓN DE CENTROS DE SALUD EN LA CIUDAD DE MEXICALI Y COLONIAS DEPENDIENTES.... 84
FIGURA 10. CASOS DE IRAS EN CENTROS DE SALUD URBANOS EN MEXICALI 2000-2005..... 94
FIGURA 11. TASAS DE IRAS EN 13 CENTROS DE SALUD URBANOS DE MEXICALI DE 2000-2005..... 95
FIGURA 12. TASAS DE IRAS POR AÑO EN LOS 13 CENTROS DE SALUD URBANOS 2001-2005..... 97
FIGURA 13. OZONO EN LA ESTACIÓN DE MONITOREO UABC, IRAS Y NORMA..... 100
FIGURA 14. MONÓXIDO DE CARBONO EN LA ESTACIÓN DE MONITOREO COBACH E IRAS Y NORMA. 101
FIGURA 15. PM_{10} EN LA ESTACIÓN DE MONITOREO COBACH E IRAS Y NORMA. 102
FIGURA 16. COMPORTAMIENTO OZONO EN LAS 3 ESTACIONES DE MONITOREO..... 103
FIGURA 17. MEDICIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO 5 AÑOS EN LAS ESTACIÓN DE MONITOREO 104
FIGURA 18. COMPORTAMIENTO DE PM_{10} EN 5 ESTACIONES DE MONITOREO 2001-2003..... 105
FIGURA 19. TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO MEXICALI, B. C. 2001-2005..... 106
FIGURA 20. TEMPERATURA Y TASAS DE IRAS EN EL CENTRO DE SALUD COMPUERTAS 2001 A 2005 107
FIGURA 21. HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA DE MEXICALI, B. C.2001-2005..... 108
FIGURA 22. HUMEDAD RELATIVA Y TASAS DE IRAS EN EL CENTRO DE SALUD COMPUERTAS 109
FIGURA 23. ZONAS URBANAS DE MEXICALI CON CONTAMINANTES MÁXIMOS 2001-2005..... 112
FIGURA 24. POBLACIÓN QUE VIVE EN DIFERENTES CATEGORÍAS DE PAVIMENTACIÓN MEXICALI 2004..... 138
FIGURA 25. POBLACIÓN EN ÁREA NO PAVIMENTADA O PARC. PAVIMENTADA EN MEXICALI 2004 140
FIGURA 26. VALORES MÁXIMOS DE VARIABLES CON CONFIABILIDAD DE 99%..... 142
FIGURA 27. VARIABLES URBANO AMBIENTALES CON CONFIABILIDAD DE 99%..... 143
FIGURA 28. PORCENTAJE DE POBLACIÓN DE MEXICALI B. C. Y SU ÍNDICE DE MARGINACIÓN 2000..... 147
FIGURA 29. PORCENTAJE DE POBLACIÓN SEGÚN ÍNDICE DE MARGINACIÓN ALTA Y MUY ALTA 149
FIGURA 30. VALORES MÁXIMOS EN VARIABLES CON 99% DE CONFIABILIDAD MEXICALI 2001..... 151
FIGURA 31. VARIABLES URBANO AMBIENTALES CON 99% DE CONFIABILIDAD EN MEXICALI 2001..... 152

ABREVIATURAS Y SIGLAS.

IRAs	**Infecciones respiratorias agudas**
VRA	**Vías respiratorias altas**
VRB	**Vías respiratorias bajas**
OMA	**Otitis media aguda**
EPOC	**Enfermedad pulmonar obstructiva crónica**
CROUP	**Laringotraqueítis obstructiva aguda**
INEGI	**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática**
CONAPO	**Consejo Nacional de Población**
CONEPO	**Consejo Estatal de Población de Baja California**
OMS	**Organización Mundial de la Salud**
OPS	**Organización Panamericana de la Salud**
EPA	**Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency)**
O_3	**Ozono**
CO	**Monóxido de carbono**
CO_2	**Dióxido de carbono**
SO_2	**Bióxido de azufre**

NOx	**Oxido de nitrógeno**
Ppb	**Partes por billón**
Pb	**Plomo**
NH_3	**Amonia**
PM_{10}	**Partículas suspendidas menores de 10 micrómetros**
$PM_{2.5}$	**Partículas suspendidas menores de 2.5 micrómetros**
PIB	**Producto Interno Bruto**
PEA	**Población económicamente activa**
SCINCE	**Sistema de consulta de información censal**
AGEB	**Área geográficas estadística básica**
TMCA	**Tasa media de crecimiento anual**
CARB	**California Air Resources Borrad**
SEDECO	**Secretaría de Desarrollo Económico**
IMECA	**Índice Mexicano de calidad del aire**
WHO	**World Health Organization**
UNICEF	**Fondo de las Naciones Unidas para la infancia**
SEMARNAT	**Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales**

INTRODUCCIÓN.

El hombre desde su aparición en este planeta, inició la transformación del medio que habitaba, organizándose en grupos que viven en interrelación constante con el medio ambiente natural, dependiendo de la flora y la fauna a la que tenía acceso, se alimentaba y buscaba protección con los recursos disponibles en su entorno.

Desde esos tiempos hasta la fecha, la humanidad ha transitado por diferentes etapas en la evolución de los grupos sociales, modificando desde su forma de agrupación y la forma de utilización de los recursos del medio, que inicia respetándolo por las bondades que le ofrece, evolucionando hasta la producción masiva, al descubrir la conservación del alimento para posteriormente intercambiarlo o venderlo a otros grupos.

Con el crecimiento de estos grupos se inicia la pérdida del vínculo con la naturaleza, teniendo como único fin la producción en cantidades mayores para obtener beneficios e iniciando el desplazamiento de la población a comunidades en donde la naturaleza le ofrece mejores oportunidades.

Los grandes grupos de población generan grandes cantidades de basura iniciando la contaminación del ecosistema. Con este desarrollo y la generación de contaminantes se inicia la aparición de ciertas enfermedades en la población y la lucha del hombre por combatirlas.

Aunque se cuenta con registros de contaminantes que afectan la salud de la humanidad desde el siglo XVIII, en los inicios del siglo XX la carrera por el desarrollo con su consecuentes aspectos positivos como el progreso de muchos países con la creación de nueva tecnología, aparecen otros aspectos negativos como son los cambios en la dinámica de salud de la población, producto de la falta de planeación en la urbanización, la utilización de combustibles en diferentes actividades, vehículos para el transporte que consumen combustible, creación y uso de productos contaminantes utilizados en la vida diaria y en las actividades industriales, teniendo como resultado la contaminación del aire, suelo, agua y consecuentemente el deterioro del ambiente (González, 2001).

Los pobladores del planeta se han enfrentado a diversas enfermedades infecciosas que aun sin medidas terapéuticas con el paso de los años van perdiendo virulencia, siempre seguidas por la aparición de nuevas infecciones, producto de la adaptación mutua entre el hombre y la especie microbiana.

Hoy en día se habla de enfermedades de la civilización, padecimientos de la nueva humanidad producto de la industrialización, el crecimiento demográfico, la concentración urbana, los desequilibrios ecológicos, la explosión de conocimientos científicos, el desarrollo de las nuevas tecnologías y la globalización comercial, refiriéndose a ciertos padecimientos no transmisibles, como las enfermedades pulmonares, neoplasias (cáncer), enfermedades isquémicas del corazón (deficiencia en el flujo sanguíneo), diabetes mellitus y otras.

Los seres vivos se ven expuestos diariamente a agentes ambientales físicos, químicos y biológicos que afectan su salud, entre estos la luz ultravioleta del sol o las radiaciones ionizantes naturales, a los que actualmente se suman algunos productos industriales sintéticos, vehículos en circulación o los generados por actividades domésticas, algunos dentro o fuera de los lugares en donde se desarrollan las actividades cotidianas, en la ciudad o el campo, por motivos laborales, accidentales o como resultado de hábitos, todos capaces de afectar la salud.

Los países en desarrollo hacen esfuerzos para proporcionar a sus ciudadanos acceso a servicios básicos de salud, seguridad alimentaría y nutrición, oportunidades educativas, servicios de agua potable y saneamiento, contribuyendo a una mayor capacidad y mejor estado de salud de la población (OPS,2002).

Planteamiento del estudio de investigación.

Tras cincuenta años de estudios epidemiológicos, existe una larga lista de agentes dañinos para la salud conocidos o sospechados, eventos que han sucedido a lo largo de la historia de la humanidad, muchos de ellos acumulados por años en el ambiente, por lo que en las últimas décadas se ha dirigido el esfuerzo hacia la prevención de toda exposición y/o acción

intencionada o irresponsable de generación de agentes contaminantes dañinos, a una planeación adecuada en las áreas urbanas y una legislación para el control del ambiente en cada país.

Existe bibliografía de diferentes países en donde algunos autores presentan resultados de sus estudios que afirman que contaminantes como el PM_{10}, ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), bióxido de nitrógeno ($NO_{2)}$, bióxido de azufre ($SO_{2)}$ y otros, son los que contribuyen a la aparición de diferentes enfermedades, el presente estudio se enfocará a la morbilidad por Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs), que en Mexicali dados sus factores productivos, clima y otras variables, presenta alta incidencia.

Las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) son una Enfermedad cuya etiología es multifactorial y su control es una preocupación por las altas tasas reportadas, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2001) ocupa a nivel mundial el primer lugar en morbilidad, mientras en mortalidad el tercer lugar.

Los procesos urbano ambientales contribuyen en forma importante en la alta incidencia de morbilidad por Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) según Pope (2004) y Rosales-Castillo (2001) quienes proveen una dramática evidencia de la contaminación del aire y sus efectos adversos en la salud, algunos como Reyna (2003) quien se inclina por asociarlas con los contaminantes del ambiente como el PM_{10}, Hernández-Cadena (2007) lo relaciona con ozono, mencionando que no tiene relación con el PM_{10}, Hajat (2002) asocia las IRAs con los contaminantes PM_{10}, O_3 y SO_2 y otros como Choudhury (1997) y Barrios (2004) insisten en la relación de las IRAs con la temperatura ambiente y la humedad. Otros como Díaz (2000) Cherni(2001) y Brauer (2002) lo atañen a los contaminantes generados por la industria, por vehículos o por variables relacionadas con la forma de vida.

La ciudad de Mexicali es considerada la tercera ciudad mas contaminada del país según Reyna (2003), producto de establecimientos industriales y de servicio, la cantidad de vehículos en circulación, el crecimiento demográfico, la concentración urbana generando contaminación del aire y desequilibrios ecológicos, que se asocia a enfermedades respiratorias.

En la información anterior se visualiza que la incidencia de morbilidad por infecciones respiratorias agudas (IRAs) es muy variada en diferentes países y se puede apreciar que en cada uno se señalan diversos contaminantes y otros factores como causantes de la incidencia de esta morbilidad, por lo que tratando de visualizar lo anterior, el presente estudio se enfoca al análisis del problema en el área urbana de la ciudad de Mexicali en el periodo de 2001 a 2005, definiendo como objetivo el siguiente:

Objetivo General:

Evaluar la relación entre los contaminantes del aire y algunos factores climáticos en su contribución con la incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en Mexicali, B. C. de 2001 a 2005.

Mexicali cuenta con estaciones de monitoreo que reportan la medición de algunos contaminantes del aire como ozono (O_3), monóxido de carbono (CO) y PM_{10} partículas menores de 10 micrómetros y condiciones climáticas como temperatura ambiente y humedad relativa, que serán la base para el presente estudio.

Como objetivos específicos se establecen los siguientes, ya que en estos años es la información de contaminantes de que se dispone y con la que es posible trabajar.

1. Evaluar la relación del ozono con la incidencia de IRAs en la población de Mexicali, B. C. de 2001 a 2005.

2. Evaluar la relación del monóxido de carbono con la incidencia de IRAs en la población de Mexicali, B. C. de 2001 a 2005.

3. Evaluar la relación del PM_{10} con la incidencia de IRAs en la población de Mexicali, B. C. de 2001 a 2003.

4. Evaluar la relación de la temperatura ambiente con la incidencia de IRAs en la población de Mexicali, B. C. de 2001 a 2005.

5. Evaluar la relación de la humedad relativa con la incidencia de IRAs en la población de Mexicali, B. C. de 2001 a 2005.

Por esta razón se plantea la siguiente hipótesis:

La incidencia de morbilidad por infecciones respiratorias agudas (IRAs) en la población urbana de Mexicali, B. C. se relaciona con los altos niveles de ozono, monóxido de carbono y PM_{10}, así como con las condiciones climáticas de temperatura y humedad.

Al ser las IRAs un problema de salud multifactorial, se pretende con este trabajo analizar algunas variables que pudieran incidir en esta morbilidad, para relacionarlas y determinar cuales de ellas pudieran contribuir a la explicación de este problema de salud en la población en diferentes zonas de la ciudad de Mexicali, B. C.

Los resultados permitirán definir cuales contaminantes contribuyen mayormente en la incidencia de IRAs, localizando las fuentes generadoras, para con esta base crear políticas públicas que ayuden al abatimiento o disminución considerable de esta morbilidad.

Para llevar a cabo tal tarea, el presente trabajo se encuentra organizado en cinco capítulos: El primero inicia con la descripción de la salud de la población, en especial las infecciones respiratorias agudas (IRAs) y su relación con los contaminantes de aire, la temperatura y humedad y las actividades productivas que contribuyen con la contaminación de aire. El capitulo dos describiendo las variables urbano ambientales de la ciudad de Mexicali. El tercer capítulo plantea la metodología donde se describen procedimiento y técnicas empleadas para el registro o inventario, análisis y evaluación de las variables como: contaminación del aire: ozono, monóxido de carbono y PM_{10}, climáticas como temperatura y humedad, y las infecciones respiratorias agudas (IRAs). En el cuarto capítulo se presenta el resultado obtenido del análisis estadístico de la relación entre las variables contaminantes como ozono, monóxido de carbono y PM_{10}, condiciones climáticas temperatura y humedad y las IRAs. En el quinto capítulo se presenta la discusión de los resultados obtenidos a partir de

algunas variaciones que se presentan en la ciudad relacionadas con la presencia de la industria y trafico vehicular. En el sexto capítulo se presentan las conclusiones del estudio.

CAPÍTULO I. LA SALUD DE LA POBLACIÓN Y VARIABLES AMBIENTALES.

Desde la aparición de los primeros pobladores en el planeta se inicia una profunda relación con el medio natural que les rodea y con el resto de los seres vivos. Por motivos de seguridad y convivencia se hace necesaria la reunión en grupos que dadas sus necesidades de alimentación y protección empiezan a transformar el medio. Esta relación con otros seres humanos y con la naturaleza fue determinando la aparición y desaparición de enfermedades y causas de muerte, como la muerte en la caza de animales o por violencia en la competencia por alimentos o territorio.

El hambre y la violencia fueron en los inicios de la humanidad las principales causas de muerte o de enfermedad. Con la evolución del hombre, aparecen las enfermedades infecciosas o transmisibles, producto de la adaptación entre los seres humanos y la población microbiana. Los fenómenos de salud de la humanidad han sido dinámicos, dependiendo de la estructura y cultura de los grupos sociales y del entorno en que viven.

Para analizar los factores determinantes de la salud de la población se debe tomar en cuenta sus características, tales como: tasa de crecimiento, pirámide de edades y distribución geográfica. Seguido de su relación con el medio ambiente y sus características, incluyendo recursos naturales, tipos de parásitos y vectores que tienen relación directa con la enfermedad, además del uso o abuso de los recursos naturales y el grado y calidad de la urbanización (Kasper, 2006). La población y su medio ambiente se encuentran íntimamente ligados, el hombre con su organización social, a través de la cual los seres humanos desarrollan sus estructuras sociales y procesos necesarios para organizarse y cohabitar con la naturaleza, la cual modifica la constitución de la población, en respuesta a cambios del ambiente, que en ocasiones no son del todo benéficos para el hombre (Smith, 2003).

Durante el último siglo, se habla de enfermedades de la civilización que según Frenk (1997), son enfermedades no transmisibles, producto del crecimiento demográfico, grandes concentraciones urbanas, industrialización, desequilibrios ecológicos, el incremento de tecnología y nuevos conocimientos científicos, cambiando las condiciones y estilos de vida

de la población y generando una transformación en los niveles de salud, con aparición de nuevas enfermedades relacionadas con el medio creado o transformado por el hombre.

Romieu (2003) menciona algunas enfermedades que se presentan relacionadas con los cambios al medio o la contaminación del aire, agua o suelo, elementos necesarios en la vida humana, estas son:

- Enfermedades del aparato respiratorio relacionadas con la contaminación del aire, que pueden ir desde las menos graves, como una reducción de la función pulmonar, hasta las más adversas como la muerte. Estudios como los de Más-Bermejo (2004) y Boezen (2004) coinciden en establecer una relación entre la intensidad de la contaminación y el aumento de la frecuencia de las afecciones agudas y crónicas del tracto respiratorio.
- Efectos neuroconductuales desarrollados con la exposición a contaminantes químicos neurotóxicos, como el plomo y el mercurio que interfieren en el desarrollo cerebral normal, lo que produce consecuencias a largo plazo.
- Efectos cancerígenos, desde el inicio de la vida en nuestro planeta los seres vivos se han expuesto a agentes ambientales físicos, químicos y biológicos potencialmente cancerígenos a los que se suman hoy en día algunos productos industriales, sintéticos capaces de generar cáncer.
- Enfermedades transmitidas por el agua como el cólera y la tifoidea causadas por organismos altamente infecciosos, también la shigelosis, hepatitis, disentería amibiana, y otras enfermedades gastrointestinales que se contraen por el consumo de agua contaminada**.**
- Hayes (2002) cita los efectos endocrinológicos en niños que han estado expuestos a algunos contaminantes ambientales. Un estudio realizado en Estados Unidos (NHANES III) muestra la relación inversa significativa entre los niveles de concentración de plomo en la sangre y los indicadores físicos de maduración sexual en la población de jóvenes de sexo femenino.

Omran (1971) creó el término transición epidemiológica con la que se abrió paso a una verdadera reconceptualización sobre la dinámica de las causas de enfermedad y muerte de la

población, ya que es necesario verlo como un proceso dinámico en el cual los patrones de salud y enfermedad de una sociedad se van transformando en respuesta a cambios mas amplios de índole demográfico, económico, tecnológico, político, cultural y biológico.

A nivel mundial se presenta una gran preocupación en la población por la contaminación del medio ambiente y la forma como está afectando la salud de los seres humanos. Los contaminantes además de afectar la salud del hombre, también afectan la salud del planeta en general, la flora y la fauna, modificando la composición del aire, el agua y la tierra y afectando en todas sus formas la salud de la población.

Existen un gran número de contaminantes generados en los países industrializados pero también en países en desarrollo. Contaminantes que al ingresar al tracto respiratorio, al sistema digestivo o a través de la piel causan daño en los diferentes sistemas del organismo y muchas veces causando hasta la muerte. Daños como el disminuir la capacidad de la sangre para transportar oxígeno al cuerpo al ser absorbido el contaminante por la hemoglobina de la sangre, causando esto problemas de salud en pacientes con afecciones cardiacas, causar inflamación en vías respiratorias afectando a personas con problemas pulmonares y a personas que no hayan presentado cuadros pero que estén en contacto continuo con estos contaminantes.

Uno de los principales problemas derivados de los cambios en el nivel de vida de la población y la contaminación del planeta en el caso particular del aire son los problemas respiratorios, tanto agudos como crónicos, afectando a la población en su vida diaria. Dentro de los padecimientos crónicos se pueden mencionar los siguientes: Asma, Enfisema, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), Cáncer Pulmonar y otros. Como enfermedades pulmonares agudas se puede mencionar las IRAs o Infecciones Respiratorias Agudas.

En especial los contaminantes del aire afectan la salud del hombre, pues son substancias o partículas ya sea en estado sólido, líquido o en forma de gases que se encuentran en el aire que el hombre requiere para vivir. Aire que respira de 16 a 20 veces por minuto siendo adulto, mientras que un niño inspira de 20 a 40 veces por minuto e invariablemente estos

contaminantes ingresan al tracto respiratorio, provocando desde una leve inflamación de la mucosa hasta tumores cancerosos, según sea la composición química de estos contaminantes y el tiempo de exposición.

Las IRAs son un problema importante de salud pública, representan una de las principales causas de atención médica a nivel mundial. Es la principal causa de morbilidad y mortalidad en menores de 5 años. Como promedio cada niño presenta de 4 a 8 episodios de IRAs al año. Otro grupo altamente vulnerable son las personas mayores de 60 años. Las estadísticas disponibles (Rodríguez,2000), muestran que entre el 30 y 50% de las consultas de niños enfermos son por esta causa y un 20 o 40% de ellos son hospitalizados, del 20 a 25% con neumonías y del 45 al 50% de bronquitis.

Según estimaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2002) la mortalidad por IRA´s en menores de 5 años va desde 16 muertes por cada 100,000 habitantes en Canadá y hasta 3,000 en Haití. Estados Unidos de América manejó una tasa de IRAs de 23.4 por 100,000 habitantes en 1999. En Guatemala las IRAs son la primera causa de mortalidad, en 1999 con una tasa de 211.2 por 100,000 habitantes.

La estadística de la Secretaria de Salud en México reporta sobre la población las siguientes tasas de mortalidad por IRAs: en el año 2000 una tasa de 14.3 por cada 100,000 habitantes, en el año 2003 una tasa de 10.7 y en el 2005 una tasa de 14.1. Mientras que de morbilidad una tasa de 246.34 por cada 100 habitantes en 2001 y en 2003 una de 221.68

En Baja California las Infecciones Respiratorias Agudas ocupan el primer lugar dentro de las 20 principales causas de morbilidad, representando de un 60 a un 65% del total de los padecimientos atendidos por todas las instituciones de salud incluyendo la Secretaria de Salud de 2001 a 2005, en donde la población menor de 5 años y mayor de 65 años considerada población mas vulnerable, ocupa aproximadamente un 40% del total de IRAs (Secretaria de Salud, 2007)

La Organización Mundial de la Salud (2001) reporta que 3 millones de personas mueren al año por efectos de la contaminación del aire, cifra tres veces mayor al millón de personas que mueren anualmente por causa de accidentes de automóviles, menciona Fischlowitz-Roberts (2002).

En la actualidad se han hecho estudios en diferentes países, Ballester (2003) en Valencia obtiene como resultado que la contaminación atmosférica es uno de los principales problemas ambientales que afecta la salud de la población, Romero-Placeres (2004) y Molina (2001) concluyen en sus estudios en La Habana, Cuba la relación de la incidencia de IRAs con diferentes contaminantes del aire.

Alpheis es un programa creado en 1999 y cofinanciado por la Dirección General de Salud y Protección al Consumidor de la Unión Europea y coordinado por la Agencia de Salud Pública de Barcelona en España, publicó en septiembre de 2004 los resultados de su informe sobre el impacto de la contaminación atmosférica por partículas en la salud en 26 ciudades de 12 países europeos. El resultado es que la contaminación atmosférica continúa siendo una amenaza significativa para la salud pública en el medio ambiente urbano Europeo. Sao Paulo en Brasil es una de las ciudades del mundo con gran cantidad de población y que tiene una alta contaminación atmosférica que supera a menudo los estándares internacionales de calidad del aire.

China según Watts (2005), es considerada un país en donde se presentan las peores condiciones ambientales, víctimas de un crecimiento económico espectacular, con muertes prematuras por contaminación del aire superior a 400,000 al año. De acuerdo con el European Space Agency, Beijing es la provincia del noreste de China con los peores niveles de dióxido de nitrógeno NO_2 que causa daños fatales a los pulmones. China es también la segunda productora de gases invernadero y la tercera en su territorio de lluvia ácida. Un estudio reciente publicado y conducido por la Academia China de Planeación Ambiental encontró que un tercio de los residentes urbanos están expuestos a niveles peligrosos de contaminación. Así el gobierno de China admite que las enfermedades respiratorias son las principales causas de muerte en el país.

Naeher (2005) de Canadá menciona que la quema de madera utilizada desde los inicios de la humanidad como combustible, se acostumbra actualmente en las sociedades modernas a pesar de que emite significantes cantidades de contaminantes dañinos que pueden penetrar en los pulmones como monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno(NOx), radicales libres, además de otros contaminantes.

Los problemas de salud que producen las partículas con un diámetro aerodinámico menor a 10 micras, es que al ingresar al tracto respiratorio causan un daño significativo a la salud, que puede ir desde un catarro común hasta una neumonía. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA 1997) ha definido nuevos estándares para las partículas menores a 2.5, clasificándolas como componentes tóxicos del aire, capaces de penetrar a las vías aéreas y alvéolos pulmonares, menciona Samet (2000).

Se identifica también la relación con otros contaminantes con los trabajos de Brunekeef (2002), quien concluye en su estudio en los Países Bajos la relación entre la mortalidad y los contaminantes PM_{10} y $O_{3,}$ Andrade en México encontró relación del bióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono con las consultas por IRAs, mientras que Hajat (2002) encontró en su estudio en Londres la asociación entre los contaminantes PM_{10}, O_3 y SO y la incidencia de IRA´s en adultos mayores y en niños en los meses fríos, Sinclair (2004) de Estados Unidos, Choudhury (1997) en la población de Alaska y Barrios (2004) de Chile centro y sur, encontraron relación con factores ambientales, identificando la asociación entre la morbilidad por asma, bronquitis e infecciones respiratorias altas con partículas respirables de PM_{10} y con otras condiciones ambientales como temperatura y humedad, observando que las consultas médicas aumentaban en otoño y principios del invierno.

Hernández-Cadena (2007) menciona como resultado de su estudio que las concentraciones de ozono, pero no de PM_{10} se asocian significativamente con IRAs en menores de 5 años.

Complementando lo anterior Ramírez-Sánchez (2006) señala la correlación entre contaminantes como CO, O_3 y NO_2 con los casos de IRA´s, pese a que las concentraciones de estos contaminantes se mantienen por debajo de la norma. Reforzado por los reportes de Morales (2003) de Costa Rica, Arribas-Monzón (2001) de España, Joachim (2000) en

Alemania del Este y Tak-Sun (2001) en diferentes distritos de Hong Kong, quienes concluyen en sus estudios que aunque las concentraciones de contaminantes del aire son bajas o no superan los límites establecidos por las normas, si muestran un efecto negativo en la salud.

La quema de residuos en los campos agrícolas del Valle de Mexicali, México menciona Moncada (2006), constituye una fuente de emisiones de Metano (CH_4), Monóxido de Carbono (CO), bióxido de nitrógeno (NO_2), partículas menores de 10 micras (PM_{10}) y otros. que son parte de los gases de efecto invernadero que afectan la salud de la población.

De igual forma Nieblas (2006) de Mexicali, México menciona como fuente fija de contaminación la industria y en especial las plantas generadoras de electricidad, que con sus grandes beneficios constituye un sector que hace uso intensivo de recursos naturales, petróleo, carbón, gas natural, agua, y que tiene grandes repercusiones de contaminantes ambientales como el óxido de nitrógeno (NOx), el monóxido de carbono (CO) y partículas suspendidas (PM_{10}), afectando la salud de la población.

Díaz (2000) concluye que la contaminación del aire constituye uno de los principales problemas ambientales en todas las ciudades del mundo, tanto en países desarrollados como en los que están sumidos en el mayor atraso tecnológico. Los primeros debido al alto volumen de producción industrial y al flujo intenso de vehículos automotores y los segundos al desarrollo no planificado de las escasas industrias, al uso de tecnologías obsoletas en la producción, los servicios, el transporte y la mala calidad del saneamiento básico y el crecimiento urbanístico no planificado.

Como se aprecia en los estudios realizados en diferentes países, todo ser humano en respuesta a ciertos estímulos en ocasiones persistentes en su entorno presentan signos y síntomas, ocasionando inflamación en el tracto respiratorio como rinorrea, faringitis, laringitis o amigdalitis que al presentarse en un individuo comprometido inmunológicamente ocasiona mayor labilidad a agentes infecciosos como virus, bacterias, hongos, etc. provocando una infección respiratoria aguda tendiendo a verse severamente afectados.

Este fenómeno se ha globalizado y sus impactos dependen en gran medida de las formas políticas y económicas de la sociedad, tanto en países en desarrollo como en los altamente desarrollados. Este problema de la contaminación del planeta no es actual, pero en las ultimas décadas del siglo veinte los niveles de polución pueden llegar a ser mas elevados y perjudiciales a la salud humana producto de la generación de otro tipo de emisiones toxicas contaminantes desconocidas anteriormente, por el desregulado estilo de vida consumista desmesurado y el crecimiento económico que origina principalmente la excesiva industria, las plantas generadoras de energía, la urbanización creciente y no planeada, el descontrolado transporte automotriz y aéreo, la agricultura con un extenso uso de pesticidas y fertilizantes.

En este tiempo de la misma forma como se multiplican las enfermedades producto de la generación de contaminantes, también se multiplican las medidas de prevención, diagnóstico y tratamiento de estas enfermedades, por una parte con la aparición de nuevos medicamentos e investigaciones tendientes a combatir y prevenirlas, y por otra, con esfuerzos como cambios en la política ambiental con lo que se introduce nueva tecnología mas eficiente, nuevos materiales menos contaminantes en la producción industrial y en el uso de energía, el traslado de muchas industrias fuera del área urbana, produciendo una mejoría del medio ambiente, esfuerzos que a la fecha no han sido suficiente pues continúa el riesgo en la salud de la población.

I.1 Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS).

El sistema respiratorio incluye los pulmones, el sistema nervioso central, las paredes del pecho (diafragma y músculos intercostales) y la circulación pulmonar. El sistema nervioso central controla la actividad de los músculos de las paredes del pecho, que constituye el motor del sistema respiratorio, Kasper (2006).

Entre las diferentes funciones del aparato respiratorio quizá la más importante sea el intercambio gaseoso, paso inicial en la oxigenación tisular y el mantenimiento del metabolismo celular, Pedroza (2000).

Las infecciones respiratorias son problemas clínicos de etiología múltiple que se presentan en forma aguda o crónica, con variación estacional predominantemente en invierno. La

sintomatología se puede localizar en vías respiratorias altas (VRA) en forma aislada o como parte de una enfermedad sistémica con ataque al estado general afectando vías respiratorias bajas (VRB) y parénquima pulmonar. SSA-UNICEF (1991), (McFadden 1996 y Kasper 2006).

Se entiende por infección respiratoria aguda (IRA) una enfermedad causada principalmente por virus y en segundo lugar por bacterias. Se puede presentar como:

- Catarro común
- Gripa
- Rinofaringitis
- Faringoamigdalitistis media
- Sinusitis
- Bronquitis
- Bronconeumonía
- Neumonía

La clasificación internacional de enfermedades de la Organización Mundial de la Salud (OMS) emitida por la misma en su 43 ava. Asamblea Mundial de Salud en mayo de 1990 es utilizada por los Estados miembros a partir de 1994, convirtiéndose en la clasificación internacional de estándares de diagnostico con propósitos epidemiológicos y manejo de la salud, esta se presenta en el anexo II.

Las infecciones de las vías respiratorias superiores es el grupo de infección mas común y puede afectar todos los sititos anatómicos, desde la nariz, los senos paranasales, el oído medio, la faringe, la estructura paratonsilar o la glotis. La mayoría de estas infecciones son causadas por virus, sin embargo el médico debe estar alerta para reconocer los signos clínicos que distinguen las infecciones virales de las bacterianas, ya que requieren un tratamiento diferente. Se han identificado más de 200 virus causantes de enfermedad respiratoria aguda, los más frecuentes son el virus de influenza, parainfluenza y el virus sincitial respiratorio que puede causar endemias, (Roa, 2000)

Básicamente se puede presentar como:

- Faringitis: El diagnóstico clínico se basa en la presencia de dolor de garganta que varia de intensidad de leve a dolor incapacitante, a menudo acompañado de síntomas generales y fiebre en 39% de los casos. Es una de las infecciones respiratorias mas frecuentes en la población en general. En Estados Unidos se diagnostican aproximadamente 30 millones de casos al año. Para su transmisión el estreptococo del grupo A requiere el contacto estrecho con la persona infectada, a través de gotas de saliva, de secreciones nasales o la transferencia física de secreciones respiratorias infectadas.

- Sinusitis aguda: Por lo general se inicia debido a una infección viral de las fosas nasales y a través de la ostium son invadidos lo senos que normalmente son estériles. Se produce edema, daño del mecanismo de aclaración mucosiliar e inflamación de la mucosa que obstruyen el ostium del seno y facilitan la súper infección bacteriana. Afecta a todos los grupos de edad, causada en 60% de los casos por patógenos bacterianos entre los cuales están Streptococcus pneumoniae y Staphilococcus aureus.

- Neumonía: Las bacterias son la causa mas común y son base en el cuadro clínico, la neumonía se ha dividido en 2 grupos: a) Neumonía típica, causada por organismos típicos como Streptococcus pnumoniae, Haemophillus influenzae, Staphylococcus áureas y otras bacterias grammegativas y anaerobios. b) Neumonía atípica: se refiere a neumonías causadas por Leigonella spp, Micoplasma pneumoniae y Chlamydia pneumoniae .

- Otitis media aguda (OMA): Se define como la presencia de líquido en el oído medio en asociación con síntomas y signos locales o sistémicos de enfermedad aguda causada en la mayoría de los casos por bacterias como el S.pneumonaie, el H.influenza y la M.catarrhalis. Una minoría es causada por virus como el respiratorio sincital.

Se considera que inicialmente una infección viral promueve edema e inflamación que lleva a la obstrucción de las trompas de Eustaquio, lo cual facilita la infección bacteriana (Roa,

2000). Pueden presentarse como enfermedades respiratorias agudas o crónicas al estar expuesto a algún contaminante o enfermedades del aparato cardiovascular, entre otras, como lo menciona Ocaña et al. (2001).

Los factores que contribuyen a la elevada frecuencia y mortalidad son:

- Contaminación ambiental.
- Tabaquismo.
- Falta de higiene.
- Mala nutrición.
- Vivienda en malas condiciones de ventilación.
- Hacinamiento.
- Prematuréz.
- Temperatura.
- Otras.

Los grupos de población con mayor riesgo de que una infección respiratoria aguda se complique y cause la muerte son: niños menores de 5 años y personas mayores de 65 años.

Las infecciones respiratorias agudas resultan de la interacción entre el organismo infectante, el huésped y la exposición a un factor de riesgo como: contaminantes ambientales, muchas veces con defensas alteradas del huésped. La identificación de los factores de riesgo para infección respiratoria provee una oportunidad para intervenir a reducir la gran carga de morbilidad y mortalidad asociada con estas condiciones comunes.

Rodríguez (2000), menciona que las IRAs constituyen uno de los principales problemas de salud en Cuba y a nivel mundial en niños menores de 5 años, siendo una de las primeras causas de mortalidad y morbilidad. Los niños suelen padecer de 4 a 8 episodios de IRA en un año, por lo que un 30 o 40% de las visitas médicas son producto de las mismas y entre un 20 y un 40% de las hospitalizaciones pediátricas, en la mayoría de los países en vías de desarrollo. Además son causa de 3.6 millones de fallecidos anualmente.

En México la Secretaria de Salud (2008) presenta cifras estadísticas que muestran que las Infecciones Respiratorias Agudas son la séptima causa de muerte en México, presentando una tasa de mortalidad de 14.1 por cada 100,000 habitantes en el año 2005, este mismo comportamiento se observa en las estadísticas de 2001 a 2005. En la tabla 1 se presentan las principales causas de defunción en México y la tasa por cada 100,000 habitantes.

Tabla 1. Principales causas de muerte en México y tasa de defunciones por 100,000 hab.2005

CAUSA DE MUERTE	TASA POR 100,000 HAB.
1.Diabetes Mellitas	63.0
2.Enfermedad isquémica del corazón	50.0
3.Cirrosis	25.9
4.Enfermedades cerebrovasculares	25.7
5. Enf. pulmonar obstructiva crónica	19.0
6. Accidentes de trafico	14.8
7.Infecciones Respiratorias Agudas	14.1

Fuente: Estadística de la Secretaria de Salud 2008

La tasa de defunciones por IRAs en los últimos 6 años fueron las mostradas en la tabla 2 según estadística de la Secretaria de Salud 2005.

Tabla 2. Tasa de mortalidad por IRAs en México 2000 a 2005

AÑO	Tasa de mortalidad por IRAs por 100,000 hab.
2000	14.13
2001	12.87
2002	13.26
2003	10.70
2004	13.50
2005	14.10

Fuente: Estadística de la Secretaria de Salud 2008.

Las IRAs están constituidas por un variado grupo de enfermedades causadas por diversos agentes que afectan uno u otra zona de las vías respiratorias.

El gran problema de las ciudades desarrolladas es la morbilidad y mortalidad por IRAs, el Centro Nacional de Estadística de Salud de los Estados Unidos de 1968 a 1988 reporta que los infantes tienen mayor riesgo para neumonía que el escolar, el adolescente y el adulto, pero que las principales tasas de mortalidad se presentan en personas de edad avanzada. Factores como fuerza muscular respiratoria reducida, capacidad vital reducida, sistema de defensa dañados en la vejes, explican muchas veces la susceptibilidad incrementada para las IRAs. La mortalidad por neumonía e influenza se ha incrementado en años recientes dentro de estos grupos por razones desconocidas, pero con probabilidades de ser investigadas: los cambios de virulencia en las patogenotas respiratorias, así como el incremento exposicional acumulativo a factores ambientales como el tabaquismo y la contaminación ambiental en grupos de edades relevantes. La asociación de factores como enfermedad crónica en adultos, tabaquismo directo, tabaquismo pasivo, hacinamiento y falta de alimentación al seno materno con IRAs no esta del todo bien documentada, (Ochoa, 2001)

La Organización Mundial de la Salud y la Oficina Regional para las Américas definen Programas de Control de las IRAs en todos los países, en el cual establece objetivos en la estrategia de enfrentamiento de estas enfermedades, con el fin de reducir la mortalidad y morbilidad en la población.

I.2 La atmósfera y las principales fuentes de contaminantes del aire.

La atmósfera que rodea a la tierra es una delgada capa de gases. Hasta unos 30 Km. de altura el aire constituye un 99% del peso total de la atmósfera, (Frenk, 1997). Solo existe el suficiente oxígeno para la subsistencia vital a alturas menores de los 6 Km. sobre el nivel del mar y en los océanos (biosfera). La atmósfera se estructura en capas que se encuentran a diferentes temperaturas y compuestas por distintos gases:

La Troposfera, entre 0 y 10 km. sobre el nivel del mar, dentro de la cual se desarrolla la vida aérea.

La Estratosfera, desde los 10 hasta 80 km. de altura, es un aire muy enrarecido, con mucha menor densidad. En ella existe una capa de ozono O_3, de unos 20 km. de altura, que resulta esencial para la vida. Esta capa es una especie de escudo que protege a la tierra de radiaciones solares letales, conocidas como rayos ultravioletas.

La Iosfera, que se extiende hasta unos 500 km. hacia arriba, donde la concentración de materia es aún menor. Recibe su nombre debido a que la radiación ultravioleta y otros fenómenos eléctricos producen la ionización de sus componentes. Estos son los responsables de que las ondas de radio reboten hacia la tierra, lo que hace posible la comunicación radiofónica.

El aire que rodea el planeta y su atmósfera están formado por una combinación de nitrógeno, oxígeno y otros gases. La concentración de gases varía según el punto de la superficie del globo terráqueo. Los componentes gaseosos son: nitrógeno N_2 (78.02% del volumen), oxígeno O_2 (20.94% del volumen), argón Ar (0.934 % del volumen), en menores concentraciones el neón (Ne), helio (He), kriptón (Kr), hidrógeno (H_2), oxido nitroso N_2O, xenón (Xe) y el vapor de agua que en la superficie varia entre 0.01 y 7 % dependiendo de la humedad y temperatura del área, además de otros gases.

Las plantas son las que se han encargado a través de la fotosíntesis de transformar el bióxido de carbono generado por todas las especies animales con ayuda de la energía solar en carbohidratos y oxígeno.

En la atmósfera terrestre se concentran contaminantes primarios y secundarios, por la adición de gases, partículas sólidas o liquidas en suspensión en proporciones distintas a las naturales, muchas veces generada por el hombre en sus actividades, esta es la contaminación atmosférica, nombre que se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efecto perjudicial sobre la salud de los seres vivos, los elementos naturales y no a otras alteraciones inocuas.

Existen numerosas clasificaciones para las fuentes de contaminantes, en forma general se pueden dividir como: contaminantes de fuentes fijas, de fuentes móviles y de fuentes de área o naturales.

Otras clasificaciones según González (2001) son:

- Por su origen, contaminantes primarios y secundarios. Los primarios son emitidos a la atmósfera como resultado de un proceso natural o antropogénico. Estos contaminantes están presentes en la atmósfera en su mayor parte en la misma forma como fueron emitidos, por ejemplo el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de azufre (SO_2). Y contaminantes secundarios que se forman en la atmósfera como producto de alguna reacción, por ejemplo en ozono (O_3) y los sulfatos.
- Por su estado físico se dividen en: gases y partículas. Los gases incluyen a los vapores, los que una vez difundidos no tienden a dispersarse, sino que permanecen en la atmósfera, transformándose en compuestos más simples o más complejos. Las partículas pueden ser liquidas o sólidas, incluyen polvo, humos y cenizas. Miden entre 500 y 0.0002 micras; las de mayor tamaño se depositan con mayor rapidez y producen sus efectos cerca de la fuente de emisión, las de tamaño mediano se alejan mas y se depositan a cierta distancia de la fuente y las mas pequeñas se comportan casi igual a un gas, es decir se mantienen suspendidas y se transportan por los vientos a distancias mayores.
- Por su composición química. Se dividen en orgánicos e inorgánicos, los orgánicos son los que contienen carbono e hidrogeno, como los hidrocarburos y sus derivados, pueden contener otros elementos y los inorgánicos los que no tienen compuestos con carbono excepto los compuestos simples del carbono, como son los monóxidos de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO_2), así como partículas metálicas, óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), etcétera.
- Por su clasificación de las fuentes de emisión se pueden agrupar de acuerdo a su origen en naturales y antropogénicas. Las naturales son las que siempre han existido en menor o mayor magnitud y frecuencia. Son todos los procesos de emisión que se presentan en los ecosistemas, como resultados de la acción de eventos

meteorológicos, geológicos y/o eventos metabólicos. En este tipo de fuentes se encuentran las erupciones volcánicas, las cuales emiten partículas gaseosas, tales como el bióxido de azufre, acido sulfhídrico y metano. Las partículas levantadas por el viento en las tolvaneras y los suelos erosionados son otra importante fuente natural de contaminación atmosférica. Y las antropogénicas, como su nombre lo indica, son resultado de las actividades humanas y se clasifican según su movilidad y distribución espacial. Según su movilidad son fuentes fijas y móviles, y según su distribución espacial, las fuentes antropogénicas se clasifican como puntuales y no puntuales. a)Puntuales es la totalidad de emisiones contaminantes a la atmósfera de cada establecimiento, de tal forma que es posible monitorea con ellas el cumplimiento de los límites permisibles de contaminantes a la atmósfera., así mismo es posible integrar y mantener actualizado el inventario de fuente de contaminación. b) No puntuales también llamados fuentes de área, incluyen una o varias actividades distribuidas en un área determinada, cuyas contribuciones particulares, a diferencia de las fuentes puntuales, no pueden identificarse y evaluarse en forma precisa. En forma individual emiten cantidades relativamente bajas de contaminantes, pero en conjunto sus emisiones representan un aporte considerable de contaminantes a la atmósfera. En esta categoría se incluyen la mayoría de los establecimientos comerciales, de servicio y los hogares (González 2001).

Algunos de los contaminantes gaseosos más comunes son el monóxido de carbono, los hidrocarburos, el ozono, los óxidos de nitrógeno y los óxidos de azufre.

A diferencia de las partículas, los gases no se sedimentan sino que tienden a permanecer en la atmósfera y a transformarse en compuestos más simples o más complejos o a formar parte de los ciclos biogeoquímicos.

El aire en las ciudades de América Latina y el Caribe se ha deteriorado durante los últimos años, las principales causas de esta situación han sido, el crecimiento demográfico, la falta de planificación urbana, el crecimiento del número de vehículos automotores es circulación y el uso de tecnologías antiguas en la industria (OPS, 2002).

La contaminación del aire puede tener un efecto sobre la salud y bienestar de los seres humanos. Un efecto se define como un cambio perjudicial que daña diferentes órganos o sistemas, en especial la contaminación del aire, causando efectos agudos (corto plazo) que usualmente son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante o crónicos (largo plazo) que tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles. Los efectos crónicos incluyen la disminución de la función pulmonar debido a la prolongada exposición a tóxicos, enfisema, cáncer pulmonar y otros padecimientos. Aunque los contaminantes pueden afectar la piel, ojos y otros sistemas del cuerpo, el principal perjudicado es el sistema respiratorio pues el aire se inhala por la nariz que es el primer filtro del cuerpo (Kasper, 2006).

Los pulmones son los órganos responsables de absorber el oxígeno del aire y remover el dióxido de carbono del torrente sanguíneo. El daño causado a los pulmones puede imposibilitar el proceso de ingresar oxígeno al cuerpo afectando todas sus funciones. Los contaminantes del aire tanto gaseosos como partículas sólidas pueden tener efectos negativos sobre los pulmones.

Existen diversas fuentes de contaminación del aire, algunas naturales y otras creadas por el hombre para su desarrollo y comodidad, actualmente se tiene la libertad de conducir automóviles y viajar en aviones, contar con electricidad y agua caliente en sus hogares y lugares de trabajo, utilizar una amplia variedad productos algunos de ellos necesarios y otros parte de necesidades creadas por la estructura económica apoyada en la publicidad como: equipo, ropa, medicamentos, muebles y enseres hechos de materiales sintéticos y servicios en los que se utilizan solventes químicos, tales como la lavandería e imprentas, algunos de ellos con un alto costo o daño para la salud y el medio ambiente.

Con el consumo de recursos naturales en ocasiones no renovables y con la generación de contaminantes en procesos productivos de industrias y comercios que causan un deterioro del ozono tan necesario para la vida en el planeta, se daña además el aire, el suelo y el agua afectando la salud de los seres humanos y el ecosistema en que viven.

a) Medición de los contaminantes del aire en México.

El capturar muestras del aire, agua o suelo, hacer mediciones, concentrar la información y darla a conocer a la población en general, es importante en el control ambiental. El Instituto Nacional de Ecología en México y otras organizaciones oficiales enfocadas al cuidado del medio ambiente en diferentes países, tienen la responsabilidad de hacer estas mediciones y darlas a conocer a la población (INE, 2002).

Fernández (2001) menciona que para determinar la concentración de una sustancia química en un volumen, se utilizan las partes por billón. Las PPB se utilizan para determinar las concentraciones muy pequeñas de gases en la atmósfera.

En la ciudad de México se implementó el Índice Mexicano de la Calidad del Aire (IMECA), que se define como un valor representativo de los niveles de contaminación atmosférica y sus efectos en la salud, dentro de una región determinada. En 1977 la Dirección General de Saneamiento Atmosférico de la Subsecretaria de Mejoramiento del Ambiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, desarrolló el Índice Mexicano de la Calidad del Aire "IMEXCA", con la finalidad de informar al público de manera precisa y oportuna.
El IMEXCA se comenzó a publicar desde el 6 de diciembre de 1977. En esta fecha la Dirección General de Saneamiento Atmosférico de la Subsecretaria de Mejoramiento del Ambiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, desarrolló el Índice Mexicano de la Calidad del Aire "IMEXCA", con la finalidad de informar al público de manera precisa y oportuna. El IMEXCA se comenzó a publicar desde el 6 de diciembre de 1977.

En noviembre del año 2006 se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-009.AIRE-2006, que establece los requisitos para elaborar el Índice Metropolitano de la Calidad del Are de los contaminantes criterio, como son: O_3, NO_2, SO_2, CO, PM_{10} y $PM_{2.5}$.

La función principal del IMECA es mantener informada a la población sobre la calidad del aire en la ciudad de México, así como observar el comportamiento de los distintos contaminantes y hacer comparaciones en tiempos y diferentes zonas.

Se tienen niveles establecidos de concentración y tiempos de exposición de los contaminantes donde el ciudadano promedio puede desenvolverse sin que se afecte de forma significativa su salud. Estos niveles son establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas para la Calidad del Aire. Los niveles de la norma ambiental para cada contaminante son diversos, ya que la vulnerabilidad del ser humano es diferente ante cada tipo de contaminante. El IMECA toma el valor de concentración y el tiempo de exposición que establece la norma ambiental para cada contaminante y lo asigna a los 100 puntos IMECA. De esta manera para cualquier contaminante se tiene la misma escala de ponderación en la unidad adimensional del IMECA

Estos descriptores son:

De 0-100 IMECA Calidad del aire, Satisfactorio. Efecto en la salud, situación favorable para la realización de todo tipo de actividad.

De 101-200 IMECA Calidad del aire, No satisfactorio. Efecto en la salud, Aumento de molestias menores en la población sensible.

De 201-300 IMECA Calidad del aire, Mala. Efecto en la salud. Aumento de molestias e intolerancias relativas al ejercicio en la población con padecimientos respiratorios y cardiovasculares.

De 301-500 Calidad del aire, Muy Mala. Efectos en la salud. Aparición de diversos síntomas e intolerancia al ejercicio en la población en general.

En el país existen estaciones de monitoreo ubicadas en diferentes regiones, en primer termino en las grandes zonas Metropolitanas como el Valle de México, Guadalajara, Monterrey y Toluca, que poseen el mayor numero de habitantes, parque vehicular e industria. También las tres principales ciudades fronterizas que son: Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez, que si bien su población no rebasa el millón y medio de habitantes, el tamaño y estado de su flota vehicular y la actividad creciente de su actividad industrial genera emisiones contaminantes que deterioran la calidad del aire. Otras ciudades en que también se monitorea la calidad del

aire son: Aguascalientes, Manzanillo, Coatzacoalcos, Querétaro, Cananea, Nacozari y San Luis Potosí, en estas tres últimas en donde se encuentran asentadas algunas empresas fundidoras más importantes del país con cierta cercanía a centros de población (INE, 2002).

En la ciudad de México la contaminación atmosférica se limita a las zonas de alta densidad demográfica e industrial. Las emisiones anuales de contaminantes en el país son superiores a los 16 millones de toneladas, de los cuales el 65% es de origen vehicular. Y el restante como resultado de las particularidades de cada ciudad, con participación de la industria y los servicios dependiendo de su consumo de combustibles y la intensidad de sus procesos urbano-industriales. En la ciudad de México se genera el 23.6% de dichas emisiones, en Guadalajara el 3.5% y en Monterrey el 3%. Los otros centros industriales del país generan el 70% restante (INE,2002).

I.3 Principales contaminantes del aire y su efecto en la salud.

Murray (2003) proporciona en su libro la descripción de los contaminantes del aire y los efectos que tienen en la salud del ser humano. Estos efectos son diferentes y el grado de afectación puede variar de acuerdo a ciertas características de la persona, como edad y condición de salud, además de la concentración del contaminante y la duración del contacto. Estos contaminantes se pueden encontrar en diferentes áreas según las actividades que se desarrollen en la zona, la ciudad o ciudades cercanas, dependiendo de los vientos y la volatilidad del contaminante, que les permite viajar a grandes distancias. Algunos de estos contaminantes y su efecto en la salud del ser humano o del ecosistema se presentan en la tabla 3:

Tabla 3. Principales contaminantes del aire y su efecto en la salud

CONTAMINANTE	CARACTERÍSTICA Y FUENTES	EFECTO EN LA SALUD
***Ozono** (O_3).-	Compuesto gaseoso incoloro producido por la presencia de la luz solar. Contaminante secundario pues se forma en la atmósfera baja debido a reacciones fotoquímicas. Como parte de la estratosfera, es	Daña tejido pulmonar especialmente en niños, ancianos y asmáticos. Provoca irritación en ojos y pulmones, dificulta la respiración y daña la

	indispensable para detener los rayos ultravioletas provenientes del sol. El tráfico vehicular produce ozono. Es el ingrediente principal del humo-niebla fotoquímica (smog), que se forma principalmente durante los días calidos, soleados y calmados, proveniente de contaminantes como NOx y HC. Gas picante e irritante que a menudo se percibe cerca de los motores eléctricos.	vegetación. Causa infecciones respiratorias y pulmonares. Cáncer en la piel y cataratas. Además: Deterioro de hule, textiles y pintura. En la vegetación provoca lesiones en las hojas y limita el crecimiento.
*__Monóxido de carbono__ (CO).	Es un gas venenoso incoloro e inodoro producto de la combustión incompleta de los combustibles a base de hidrocarburos que está compuesto de un átomo de carbono y un átomo de oxígeno unidos. Durante la Segunda Guerra Mundial, el monóxido de Carbono fue utilizado como método de exterminación durante el Holocausto en los campos de concentración Nazi.	Este gas penetra en el torrente sanguíneo a través de los pulmones y forma carboxihemoglobina, un compuesto que inhibe la capacidad de la sangre para transportar oxígeno a los órganos y a los tejidos. Afecta el sistema nervioso central provocando cambios funcionales cardiacos y pulmonares, dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, fallos respiratorios y hasta la muerte. Las personas con padecimiento cardiaco son particularmente sensibles al envenenamiento, los niños pequeños, personas de edad avanzada y los individuos con padecimiento respiratorio, pero también puede afectar a individuos sanos según la US Environmental Protection Agency EPA (2007). Afecta considerablemente a los pacientes enfermos del corazón, los pulmones, bebés y ancianos.

***Dióxido de Carbono** (CO_2):	Producido por los combustibles fósiles y quema de biomasa.	Calentamiento de la tierra. Los científicos han descubierto que el bióxido de carbono, el vapor de agua y otros gases absorben mucho calor.
***Bióxido de azufre** (SO_2).	Gas incoloro con olor picante que al oxidarse y combinarse con agua forma ácido sulfúrico, principal componente de la lluvia ácida. Se produce cuando el azufre elemental o sus compuestos se queman en el aire. Proviene de erupciones volcánicas, así como la acción de las bacterias con la materia orgánica. Una parte es atribuible al hombre al quemar carbón con alto contenido de azufre y al quemar combustible sin reformar como diesel y combustoleo. Lugares en donde el PH del agua de lluvia es menor a 5.5, dando origen a la lluvia ácida.	En diferentes concentraciones afecta las vías respiratorias. Además corroe materiales, deteriora contactos eléctricos, el papel, textiles, pinturas, materiales de construcción y monumentos históricos. En la vegetación provoca lesiones en las hojas y reducción de la fotosíntesis.
***Oxido de nitrógeno** (NOx)	Gas café rojizo de olor picante. Una fuente de NO_2 esta constituida por la combustión de los motores de vehículos.	En procesos de combustión en el aire, se puede formar un compuesto que es peligroso para la salud, que reacciona rápidamente con el aire produciéndose un gas de color café, sofocante, con toxicidad directa en los pulmones. Agrava enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Además destiñe las pinturas. En la vegetación ocasiona caída prematura de las hojas e inhibición del crecimiento.

***Plomo** (Pb).	Metal pesado no ferroso que se presenta en forma de vapor, aerosol o polvo. La presencia en la atmósfera se debe a la adición de plomo a las gasolinas (para elevar el octanaje). Las áreas de mayor contaminación son en general peri-industriales. Las construcciones antiguas contribuyen a la contaminación cuando tienen cañerías de agua plomadas y/o pinturas con alto contenido de plomo.	Las principales vías de ingreso son la respiratoria y la ingestión. Los niños son especialmente vulnerables debido a que absorben mayor cantidad de plomo, están en etapa de desarrollo neurológico, tienen menor capacidad de almacenamiento y están en mayor contacto con el suelo y el polvo Entra al organismo a través de la piel. Altas concentraciones de plomo en el aire pueden provocar problemas en el desarrollo físico y mental de los niños. Provoca una disminución de las capacidades de coordinación y mentales. Daños en el hígado, sistema nervioso y carencia de glóbulos rojos.
***Benceno**	Algunas industrias usan benceno para manufacturar otros productos químicos usados en la fabricación de plásticos, resinas, nylon y fibras sintéticas, ciertos tipos de gomas, tinturas, lubricantes, detergentes, medicamentos y pesticidas. Los volcanes e incendios forestales constituyen fuentes naturales de benceno. El benceno es también un constituyente natural del petróleo crudo, gasolina y humo de cigarrillo.	Respirar benceno puede causar somnolencia, mareo y pérdida del conocimiento; la exposición de larga duración produce alteraciones en la médula de los huesos y puede causar anemia, leucemia, defectos de nacimiento, lesiones en pulmones a largo plazo y daños cerebrales.
***Amonia** (NH_3)	Originado por el Tratamiento de basura, fertilizantes,	Irritante respiratorio

***PM_{10}**	Pueden ser partículas sólidas o gotas liquidas. Las partículas grandes miden de 2.5 a 10 micrómetros (de 25 a 100 veces más delgado que un cabello humano). Estas partículas causan efectos menos severos para la salud. Producidas por humo, tierra, polvos tóxicos y la agricultura. Mohos, esporas y pólenes.	Su acumulación en los pulmones origina enfermedades como la silicosis la asbestosis. Agrava el asma y las enfermedades cardiovasculares. Tiempo de residencia. Permanecen en el aire por minutos u horas. Pueden viajar tan poco como cien yardas o en ciertos casos tanto como treinta millas.
*** $PM_{2.5}$**	Estas partículas son menores de 2.5 micrómetros (100 veces mas delgadas que un cabello humano).	Inflamación en las vías respiratorias. Problemas cardiovasculares
*** Hidrocarburos**	Compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno en estado gaseoso. Se pueden combinar en presencia de la luz solar con óxidos de nitrógeno y participan en la formación de smog. La presencia de hidrocarburos en el aire conlleva la formación de peligrosos contaminantes secundarios. Se forma durante procesos industriales y por el tráfico de vehículos (evaporación de la gasolina). Compuestos orgánicos volátiles que reaccionan con los óxidos de nitrógeno (NO, NO2) ante la luz solar dando origen al ozono. Incendios, reacciones químicas en la atmósfera y descomposición bacteriana de la materia orgánica en ausencia del oxigeno.	Pérdida de coordinación, nauseas y daños en el hígado. Cancerígenos para los seres humanos, afecta alergias, asma enfisema y perjudica el funcionamiento de los pulmones. Trastornos en el sistema respiratorio.

***Humo del tabaco**	El humo exhalado se compone de partículas de 0.35 a 0.4 de diámetro y una mezcla de gases que incluyen: el cadmio y el zinc, así como una variedad de compuestos orgánicos tanto volátiles como el monóxido de carbono y el ácido cianhídrico, como no volátiles, de gran peso molecular. La nicotina puede ser clasificada como un compuesto semivolatil en esta mezcla.	Cáncer de pulmón, irritación en la mucosa, infecciones oculares, nasales y respiratorias.

Fuente: Murray(2003), Programa para mejorar la calidad del aire en Mexicali 2000-2005

Además de estos contaminantes existen las emisiones biogénicas que provienen de la vegetación y de los microorganismos del suelo y auque no son fuentes emisoras de contaminantes, sus emisiones forman parte de los ciclos naturales del planeta.

Estos contaminantes no se generan por la influencia directa de actividad humana, las fuentes naturales son las que emiten compuestos a la atmósfera generados por procesos bióticos o sea que se encuentran presentes en el ecosistema y los procesos naturales. Los abióticos incluyen fuentes geotérmicas como lo siguiente:

- Erupciones volcánicas, que emiten dióxido de azufre, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, mercurio, cloro y otros contaminantes (cuatro erupciones volcánicas recientes, Krakatoa 1883, Katami 1912, Hekla 1947 y Chichón 1982, han arrojado mas gases y partículas a la atmósfera que el hombre a lo largo de su historia).
- Los rayos o tormentas eléctricas que generan relámpagos, descargas eléctricas de alto voltaje y temperatura que forman canales de ionización en la atmósfera, lo que provoca la disociación del nitrógeno molecular y su posterior reacción con oxígeno para formar óxidos de nitrógeno, que llegan a ser precursores importante del ozono toposférico (Borucki y Chameides 1984; Price *et al* 1997).

- Quema de biomasa generando emisiones de dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas e hidrocarburos volátiles no metano, principalmente alcanos, alquenos y acetileno (Radke *et al,* 1991; Barbosa *et al,* 1999), etc.

Además se tiene los Contaminantes en Interiores, ya que más de 3 billones de personas alrededor del mundo dependen de combustibles sólidos, incluyendo combustibles de biomasa (madera, residuos agrícolas, etc.). El cocinar o utilizar como combustible estos elementos a fuego abierto o con estufas tradicionales resulta en la generación de altas cantidades de contaminantes que afectan la salud, por sus partículas pequeñas de monóxido de carbono que alcanzan niveles 20 veces mayores que los aceptados. De acuerdo al reporte de The World Health Organization (WHO, 2002), la contaminación de interiores es responsable del 2.7% de padecimientos.

A lo largo de la historia de la humanidad existe registro de episodios de derrames o explosiones producto en su mayoría de la utilización de químicos en los procesos en la industria, que se han presentado en diferentes partes del mundo ocasionando la muerte o afectando la salud de gran cantidad de población y el medio ambiente. También eventos naturales como incendios forestales y emisiones volcánicas que generan dióxido de azufre, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, mercurio, cloro y otros contaminantes afectando la salud de la población. A continuación se presenta en tabla 4 información de algunos eventos que dada la contaminación generada en ellos ocasionaron la muerta de seres humanos.

Tabla 4. Algunos eventos de contaminación del aire en la historia de la humanidad.

AÑO:	***PAÍS:***	***EVENTOS DE CONTAMINACIÓN:***
1930	Meusen Valley, Bélgica	En la primera mitad del siglo XX las fundiciones de metales produjeron graves problemas de salud en la población. El famoso caso de las emanaciones de un complejo industrial en el Valle de Mosa dejó un saldo de 63 muertos por envenenamiento por flúor, evento relacionado con inversión térmica y niebla.
1942, 1954 y 1955	Los Angeles, Estados Unidos	Se registraron casos de asma, bronquitis y un aumento del índice de mortalidad de personas de mas de 65 años, sobre todo las enfermas del corazón o los pulmones. Para esas

		fechas el químico Arie Jan haagen-Smith informo que la luz solar hacia que los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno reaccionaran para formar ozono y otros oxidantes fotoquímicos, entonces se preconizo el concepto de smog fotoquímico.
1948	Estados Unidos	En Pittsburg, sucedió con un grupo de industrias procesadoras de acero y zinc, con características semejantes, dejó más del 40% de la población enferma y 20 personas muertas en un lapso de 4 días, básicamente envenenamiento por dióxido de azufre.
1950	México, Veracruz	En una planta petrolera de esta zona se produjo un accidente que ocasiono la liberación de sulfuro de hidrogeno y debido a las condiciones meteorológicas, el gas no se disipo, lo que provoco la muerte de 22 personas y la hospitalización de 320 mas, por dolor de cabeza, irritación de ojos, tos y problemas respiratorios. Además murieron todos los canarios de la zona, y alrededor del 50% de los pollos, gansos y ganado.
1952	Londres	Durante cinco días la ciudad quedo envuelta en una nube de humo. Al término de nueve días hubo 2851 muertes.
1956	Londres	Episodio de niebla envolvió la ciudad durante 18 horas y causo 1000 muertes.
1942,1954 y 1955	Los Angeles, Estados Unidos	Se registraron casos de asma, bronquitis y aumento del índice de mortalidad sobre todo en personas de más de 65 años, sobre todo las enfermas del corazón o los pulmones. Para esas fechas el químico Arie Jan haagen-Smith informo que la luz solar hacia que los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno reaccionaran para formar ozono y otros oxidantes fotoquímicos, entonces se preconiza el concepto de smog fotoquimico.
1976	Manfredonia, Italia	Una explosión en una planta petroquímica origino una nube de bióxido de arsénico que ocasiono la hospitalización de 40 personas.
1984	India	En Bhopal 8,000 personas murieron por emanaciones de metilsocianuro; la compañía Unión Caribe denuncio que había sido un sabotaje a su empresa. Estos dos casos dieron origen a un movimiento de la población para sensibilizar a las autoridades respecto a este tipo de riesgos.
1986	Ucrania	El reactor nuclear de Chernobyl tuvo un serio accidente durante el cual abundante material radioactivo fue liberado a

		la atmósfera. Se calcula de hubo en ese momento alrededor de 100 personas muertas, pero las secuelas afectaron a la población que sobrevivió y pusieron en riesgo a gran parte de Europa y Asia. A la fecha todavía se contabilizan personas con deformaciones y otras enfermedades, producto de dichas emisiones. Este episodio produjo grandes cambios en las políticas ambientales en el hemisferio norte y sus efectos también se hicieron sentir a nivel mundial, mejorando la seguridad de estas plantas de energía y perfeccionando las regulaciones internacionales.

Fuente: Ocaña 2001, Programa para mejorar la calidad del aire en Mexicali 2000-2005

I.4 Principales fuentes fijas de contaminación.

Las fuentes fijas o estacionarias son las que están establecidas en un punto determinado, existen en áreas urbanas o en áreas rurales. Iniciando con las viviendas ya sean pequeñas, medianas o grandes, en las que habita el ser humano. Generalmente como parte de la vida diaria el ser humano necesita calentarse utilizando algún medio como chimeneas que utilizan madera y requiere de otros recursos como carbón que generan contaminación dentro de su hogar. Otra fuente de contaminación fija son las industrias, comercios, refinerías de petróleo, imprentas, lavanderías, etc. que utilizan plantas de energía y productos químicos, en sus procesos. De estas proceden una amplia variedad de contaminantes al aire según los insumos requeridos en sus procesos productivos. En ocasiones producen no solo un contaminante, sino más de un contaminante al aire y también otros al agua y suelo.

a) Proceso de urbanización y contaminación.

La historia del proceso de urbanización inicia con el estudio de la ciudad desde un punto de vista morfológico y funcional.

El hombre en este planeta para su supervivencia requiere hacer uso de los recursos de su entorno para protegerse del clima y para su alimentación principalmente. No se puede comprender su desarrollo sin tomar en consideración las formas más primitivas de cohabitación, retrocediendo hasta las sociedades animales. La vida en comunidades, aldeas o ciudades a lo largo de la historia manifiesta el uso de recursos del entorno para su

supervivencia, como animales y vegetación para su alimentación, así como fogatas para protegerse de las bajas temperaturas.

Desde el punto de vista demográfico, el proceso de urbanización significa el desplazamiento de la población de localidades rurales hacia asentamientos urbanos, es un proceso universal, bastante complejo y característico de los países en desarrollo (Pérez, 2003)

Por lo general la población va en busca de mayor seguridad y mejores oportunidades de vida, alimento, trabajo, educación, vivienda y servicios. La Urbanización es una tendencia de concentración demográfica y geográfica del área rural a ciudades, es un proceso universal de todos los tiempos, no un fenómeno de las culturas y poblaciones recientes.

En la India (1939), menos del diez por ciento de la población vivía en zonas urbanas. Estas condiciones incluían el uso de fuentes orgánicas de energía, vegetales y animales, la utilización de recursos hídricos locales, el cultivo de todo el suelo disponible en una distancia que se podía recorrer a pie desde la ciudad, el empleo de estiércol de procedencia animal como fertilizante.

La Historia de Roma narra que la mayoría de las ciudades mucho antes de alcanzar el millón de habitantes, llegaban a un punto crítico de su desarrollo. Esto es cuando la ciudad pierde su relación simbiótica con su entorno inmediato, sobre explotando los recursos naturales locales como el agua y poniendo en peligro la salud de los habitantes. Los historiadores no mencionan aspectos de contaminación, pero en el caso de Horacio en su historia sobre Roma, este se refiere a frecuentes afecciones a la salud como sinusitis y alergias. Homero en la Odisea narra el daño que producía el humo en las armaduras colgadas en interiores, incluso se ha encontrado evidencia de ennegrecimiento de pulmones en cuerpos (Mommsen, 2003).

Así el problema de la contaminación inicia con el establecimiento y aumento de las ciudades. El carbón como combustible aunado al cambio tecnológico con la Revolución Industrial en Inglaterra tuvo repercusiones severas en la población por la contaminación del aire, alteraciones que también afectaron construcciones, plantas y animales.

A partir del siglo XIX a raíz de la Revolución Industrial, la aparición de las maquinas de vapor, parte importante en el desarrollo de algunas ciudades pero grandes consumidoras de combustibles fósiles, los problemas de contaminación se presentan mas severos y se inicia la preocupación por el saneamiento ambiental. El Reino Unido fue el primer país Europeo que reglamento los usos del carbón y otras substancias. Por las repercusiones severas en la población, producto de la contaminación del aire, alteraciones en las construcciones, la flora y fauna.

La urbanización es un proceso de desarrollo que siguen los países que demandan mejores sistemas de saneamiento ambiental y servicios educativos y de salud. Sorre (1952) menciona que la población urbana del planeta ascendía en 1930 a 415 millones, es decir, una quinta parte del total, las cuatro quintas partes restantes de la población mundial vivían en condiciones muy parecidas a las del neolítico. En la actualidad Pérez (2003) menciona que estimaciones para el primer cuarto del siglo XXI, pronostican que la población mundial será de 6.3 billones, con una migración a las áreas urbanas de un 60%, o sea países eminentemente urbanos, con escasez de vivienda y necesidades insatisfechas de servicios públicos básicos. Mientras que hasta el siglo XIX, la superficie ocupada por las mayores ciudades se podía medir en centenares de hectáreas, las superficies que ocupan las actuales conurbaciones tienen que medirse en centenares de kilómetros cuadrados. Este es un fenómeno novedoso en la historia de los asentamientos urbanos.

La problemática urbano ambiental se expresa con la contaminación del aire, agua y suelo, con la transformación de áreas naturales en espacios construidos y en ocasiones habitadas por una población en condiciones de pobreza, con deterioro de salud y sin políticas de control y restauración ambiental. Muchas veces trascendiendo esto a áreas contiguas a la ciudad que son objeto de deforestación, perdida de biodiversidad y baja de la productividad de los suelos dañados.

D`amato (2002) señala los efectos adversos de la contaminación ambiental sobre la salud respiratoria. Los habitantes de ciudades industrializadas, personas que viven en áreas urbanas tienden a sufrir mayores problemas respiratorios que los que habitan en áreas rurales.

Problemas como el asma bronquial, se presentan como una inflamación con un estimulo especifico o no especifico.

La contaminación urbana es un fenómeno causado por numerosos factores no de origen natural. Sus consecuencias se dejan sentir en los más variados ámbitos. Principalmente por la existencia de smog, que para comprender el smog urbano es necesaria la concurrencia de varias disciplinas como la geofísica, la meteorología, la climatología, la geografía, urbanismo, ingeniería, planificación, educación, sociología, etc.

Existen actividades productivas o cotidianas dentro de áreas urbanas que generan contaminación al aire, esto es en comercios, empresas o particulares de servicios públicos o privados que emiten substancias toxicas al aire como:

- Servicios de fumigación,
- Sellado de techos,
- Estaciones de gasolina,
- Plantas de tratamiento de aguas negras,
- Quema de residuos municipales
- Quemas agrícolas,
- Funerarias,
- Construcción de edificios y carreteras.
- Sistemas de alcantarillado sanitario.
- Acetonas, parafinas y aromáticos.
- Calentadores, incineradores y calderas domesticas.
- Cenizas provenientes de la quema del combustible fósil, leña o carbón.
- Imprentas
- Lavanderías y limpiadurías
- Aplicación de plaguicidas
- Cigarrillos

Algunos problemas de salud que estas substancias pueden causar a la comunidad son: conjuntivitis, bronquitis, pérdida del olfato, pérdida del gusto, depresor del sistema nervioso central, dermatitis, bronquitis, vómitos, dolor de cabeza y otros.

b) Niveles de urbanización en México.

En México las localidades rurales son aquellas poblaciones que se encuentran en una superficie de 100 km2 y que de acuerdo con el último censo de población, tienen menos de 2,500 habitantes (INEGI, 1987). Además de este criterio INEGI considera otros criterios para definir o clasificar diferentes tipos de localidades dependiendo de sus niveles de urbanización (Villalvazo 2002).

- Población rural. Proporción de población que habita en localidades menores de 5 mil habitantes.
- Población semi-rural. Proporción de población que vive en localidades de 5 mil a menos de 15 mil habitantes.
- Población urbana. Población que vive en localidades mayores de 15,000 habitantes.
- Trabajadores en labores agropecuarias. Proporción de población ocupada en actividades agropecuarias (rurales).

Los niveles de urbanización se refieren a la transformación de una localidad o conjunto de localidades rurales mediante la introducción de infraestructura de servicios (drenaje, agua potable, electrificación, pavimentación, transporte, etc.) que se relacionan con la influencia cercana de alguna(s) ciudad(es) con quienes interactuar.

Canales (1999) menciona que existen en México importantes transformaciones en las poblaciones rurales a urbanas. Además del cambio demográfico se observa un cambio en la funcionalidad y especialización productiva de las ciudades medias, un cambio en la dinámica migratoria cuyas características es la distribución de la población de las grandes ciudades o metrópolis hacia ciudades medias.

En el siglo XX el proceso de urbanización en México se aceleró de manera notable en la década de los cuarenta, impulsado por la política económica orientada a la sustitución de

importaciones que propicio la actividad industrial. Este modelo de centralización en los grandes polos de desarrollo urbano trajo consigo alarmantes problemáticas en lo social, económico y cultural además del deterioro de la calidad del aire, disponibilidad de agua, manejo de basura, todo esto parte de urbanización y que afectan la atmósfera.

c) Proceso de industrialización y la contaminación.

Se entiende por industria a las actividades orientadas a la transformación mecánica, física o química de bienes naturales o semiprocesados en artículos cualitativamente diferentes.

El Proceso de Industrialización es la transición de una sociedad agrícola a una industrial en busca de un crecimiento en la economía, esto es con una mayor producción y un incremento en el ingreso per capita de la región. Lo cual queda expresado por Mathias (2001) donde señala dos características claves de este proceso, por un lado el cambio en la estructura económica asociado con cambios en la fuerza de trabajo de labores agrícolas a actividades industriales, cambios referidos como desarrollo económico, y por otro, las altas tasas de crecimiento de la economía, en donde la tecnología y organizaciones se mejoran, el resultado per capita se incrementa, dando como resultado mayores niveles de producción.

Existen varios modelos que reflejan los distintos procesos de industrialización, uno de estos es el siguiente:

La teoría del despegue (Take-Off) de Rostow, quien analizó la industria Británica y de otros países. Asumía que para que el proceso de industrialización tuviera éxito requería de una alta productividad agrícola, la existencia de mercado y cierta estabilidad política para contar con legislación favorable. Si estos tres requisitos se cumplían en una etapa de 20-30 años se lograría una industrialización acelerada y progresiva. Esta es una teoría general y no puede explicar la experiencia de diferentes países. Gran Bretaña fue el primer país en despegar de 1780 a 1800, seguido por Francia, Alemania y Estados Unidos durante el siglo XIX. Se le calificó como una teoría inexacta, con diferentes experiencias, en diversos países con distintas características.

Es frecuente que los países desarrollados o centrales, consuman los recursos de los países en desarrollo o industrializados, debilitándolos al agotar los recursos del ecosistema para beneficio de un país central. Afectándolos al ocupar la tierra de cultivo para la construcción de fábricas y con la reducción de la producción de alimentos o al urbanizar para recibir a la población que se requiere como mano de obra para las fábricas.

Numerosas situaciones difíciles relacionadas con la contaminación han sucedido a lo largo de la historia de la humanidad, derivadas de procesos industriales, en especial con fundiciones, refinerías de metales, generación de energía y con industrias químicas.

Las actividades manufactureras pueden realizarse con diferentes niveles o escalas de producción, así como empleando diversas tecnologías, y diferentes niveles de complejidad o de integración económica al interior de la unidad de producción (sean plantas industriales, fabricas, talleres o incluso casa-habitación), lo cual no determina su carácter manufacturero.

Dufour (2001) publicó un artículo sobre un estudio del reporte de actividades mutagénicas y genotóxicas asociadas con el aire recolectado en sitios con características urbanas, industriales o condiciones rurales en Flanders.

Los valores mas altos de contaminantes fueron observados en las grandes ciudades y en los sitios industriales y rurales con contaminación de plantas químicas a una distancia de 4 kms., aunque algunas se presentaron en áreas no cercanas a fuentes de contaminación. La actividad muta genética originada por algunas otras sustancias, no ha sido identificada o medida en el análisis químico.

d) La industria en México.

En México en 1970 el sector agropecuario absorbía mas del 50% de la Población Económicamente Activa (PEA) total del estado y el sector industrial y de servicios el 21.1% y 18.6%. En cambio para el 2000 los servicios o actividad terciaria absorben el 41.9%, la industria el 37.8% y la actividad agropecuaria solo el 18.2%

Actualmente la industria maquiladora (Sector secundario) esta surgiendo en diferentes puntos de México. Este crecimiento impulsa el sector de servicios, generando una diversidad económica, lo que incrementa la capacidad de absorción de población y migración laboral.

Anderson (1990) menciona que los procesos de producción han cambiado en los años 80 con tecnologías y procesos distintos. Nuevos capitales han hecho presencia como el Japonés y el Coreano. En ocasiones huyendo de reglamentaciones ecológicas. Este crecimiento en contraste con la crisis industrial que afecta al país y en especial a zonas metropolitanas (a partir de 1980 el valor agregado de la industria maquiladora creció de 3600 millones en 1975 a 30 mil millones en 1995). En empleo se incrementó de 67 mil trabajadores a 640 mil

Las 50 empresas establecidas en 1965 (Alonso, 2002) se han incrementado a mas de 3700 que ocupan a mas de 1 300 000 personas a fines del 2000. Constituyendo una de las principales fuentes de divisas en el país. En resumen, las maquiladoras suman 48% del total de las exportaciones mexicanas y su participación en el empleo es 4 de cada 10 empleados en la manufactura. Sobresalen las ramas de electrónica, las auto partes y vestido. 7 de cada 10 televisores vendidos en Estados Unidos son hechos en México.

Durante la década de los noventa en México el empleo manufacturero mostró una dinámica de crecimiento diferente en ciudades del centro o de la frontera menciona Mendoza (2003), en el Estado de Tlaxcala, en el año 2004 se levantaron encuestas a 690 empresas manufactureras de diferentes ramas, tipos y tamaños, para identificar los factores que intervienen en la decisión de localización de las industrias manufactureras, resultando que incluye información sobre grados de integración territorial de la manufactura (compras de materia prima y venta de productos terminados) así como la generación de empleos locales y regionales. Carrillo (2004) identifica la localización industrial como un factor preocupante para los responsables del ordenamiento territorial en países o estados en vías de desarrollo por las siguientes razones:

- La industria es la actividad que mas genera excedentes económicos.
- Es el ramo que mas genera contaminantes ambientales.

- Cuando no ha sido planeada adecuadamente genera un crecimiento negativo de la economía.

En la década de los ochenta en la ciudad de México se concentraba importante actividad manufacturera con gran peso en el país (imprentas, plásticos y sustancias químicos). Hacia finales de esa década ciudades de la frontera norte como Tijuana y Cd. Juárez desarrollaron industria maquiladora de exportación con elevada participación en el empleo.

Canales (1999) menciona que las metrópolis o las ciudades grandes eran D. F., Guadalajara, Monterrey y Puebla pues ejercían una influencia observable en la política y económica del país. Estas ciudades fronterizas en 1990 aportaban el 6.4% del Producto Interno Bruto (PIB), superior a las demás ciudades medias e igual que Monterrey y Puebla. En 1990 el PIB per capita ascendía a 110 mil pesos, similar al promedio nacional urbano y superior al de las otras ciudades medias, solo México Guadalajara y Monterrey contaban con un PIB per capita superior.

Entre 1993 y 1998 las áreas metropolitanas que generaban mayor empleo manufacturero eran: Cd. de México, Monterrey y Guadalajara. Se aprecia una desaceleración con respecto al promedio nacional de la industria manufacturera.

En la franja fronteriza norte de México se encuentran 7 ciudades que en 1980 tenían más de 100 mil habitantes: Tijuana, Mexicali, Nogales, Cd. Juárez, Nuevo Laredo, Reynosa y Tamaulipas. Sumadas eran mas de 2.8 millones o sea el 7% de la población de ciudades medias del país.

La virtual metropolisación de las ciudades fronterizas muestra limitaciones para sustentar el desarrollo social, económico y urbano. Presentándose una subcontratación internacional o sea una desarticulación de maquiladoras de propiedad extranjera con la industria doméstica. El resultado es un crecimiento macro económico acompañado de pobreza de la población y de impactos ambientales, como se describe a continuación:

- Bajos salarios
- Ventaja de ubicación bajos costos de transporte

- Empleados en pobreza (50% de esta población esta en pobreza o los que no logran cubrir ni sus necesidades básicas y 40% en umbral de pobreza que son los que logran cubrir sus necesidades básicas y 5% viven con holgura).
- Trabajadores sin un contrato laboral
- Infraestructura insuficiente en el país para manejo de desperdicios domésticos e industriales.
- No aplicación de reglamentación ambiental (fomenta la inversión extranjera)
- Graves daños de medio ambiente y problemas de salud en ciudades fronterizas.
- Mayor consumo de agua por la población e industrias.
- Desechos tóxicos tirados por industrias.
- Parque vehicular en aumento.

El importante crecimiento de estas 7 ciudades fronterizas ha aumentado en la última década y ha ocasionado problemas como:

- Falta de infraestructura en los nuevos centros urbanos.
- Escasez de agua potable
- Baja calidad de la vivienda
- Deficientes servicios de eliminación de basura
- Contaminación del aire y agua
- Impactos ambientales en áreas contiguas

BORDELINES (1992) examina el dramático crecimiento demográfico de esta Frontera, las maneras en que afecta la salud comunitaria, el medio ambiente y el modelo de desarrollo que ha impulsado dicho crecimiento.

Esto ha sido fundamental en el nuevo modelo económico del país. En el centro y otras partes del país se presenta la desidustrialización desde principios de los ochenta, afectando a ciudades circundantes.

Es importante el preguntarse lo siguiente:

El auge macroeconómico de la región fronteriza debería ir acompañado de un proceso de desarrollo social similar para no estar generando una mayor inequidad de la distribución del ingreso.

La economía de exportación estimula la economía nacional.

Los gobiernos estatales y regionales se verán algún día beneficiados con el crecimiento de la economía fronteriza y podrán contar con suficientes recursos como para implementar los necesarios programas de salud pública y ambiental, manejo de desperdicios, etc.

I.5 Principales fuentes móviles de contaminación.

Como principales fuente móviles de contaminación del aire se puede mencionar los automóviles, locomotoras, camiones y aviones, que normalmente se trasladan de un punto a otro, pero que para su movimiento requieren de un combustible que genera contaminación al aire, produciendo grandes cantidades de monóxido de carbono, ozono y otros contaminantes peligrosos.

En las últimas décadas, el vehículo de motor (automóviles, camiones, aviones, etc.) ha aparecido de forma masiva en las ciudades, contribuyendo a incrementar la actividad del ser humano pero también los problemas de contaminación atmosférica como consecuencia de los gases contaminantes que se emiten por los tubos de escape.

En las ciudades los principales contaminantes generados por los automóviles en su tránsito por las diferentes vialidades son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no quemados (HC). Una vialidad es una superficie o espacio destinado para el traslado de personas u objetos por vía terrestre, generalmente definidos por una entidad u organismo de planeación, sin embargo a veces son producto de las costumbres de la población.

Todos los vehículos emiten distintos tipos de contaminantes y en diferentes proporciones, estas dependerán del tipo de motor y el tipo de combustible que utilicen. Los vehículos que emplean gasolina como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos.

Los principales contaminantes emitidos por los vehículos que utilizan motores de ciclo diesel (camiones y autobuses) son partículas sólidas en forma de hollín que da lugar a los humos negros, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno N0, bióxido de azufre ($SO_{2)}$ procedente del azufre contenido en el combustible.

a) La contaminación por el transporte en el mundo.

El sistema de transporte en las grandes ciudades se ha vuelto necesario para el desarrollo económico y social. Ya sean vehículos particulares, públicos en sus diversas formas, los utilizados en el movimiento productos de una ciudad a otra o dentro de una misma, ocasionando una diversidad de problemas por la infraestructura necesaria para su movilización, su mantenimiento y control y principalmente con la contaminación que se genera con la quema de combustibles.

Los hidrocarburos y óxidos de nitrógeno provienen de una gran variedad de procesos industriales y de combustión. Pero en áreas urbanas por lo menos la mitad de estos contaminantes provienen de automóviles, autobuses, camiones y fuentes móviles fuera de las carreteras como vehículos de construcción y botes.

Fu (2001) menciona que la contaminación producto de los vehículos se incrementan a una tasa anual del 15% se convierte en el foco de atención, especialmente en ciudades grandes como: Beijing, Guangzhou, Shanghay y Tianjin. La calidad del aire en el área urbana es más mala que los estándares nacionales. China cuenta con un número relativamente reducido de vehículos pero todos concentrados en áreas metropolitanas. El resultado de un estudio mostró que las emisiones de contaminantes de vehículos contribuyen al 76% de CO y a un 68% de NOx en el área urbana de la atmósfera de Beijing en 1995.

Existe una importante contribución del tráfico en la calidad del aire. El resultado del estudio de Brauer (2002) en los Paises Bajos de contaminantes del trafico como NO_2 y $PM_{2.5}$ y sugiere que existe una asociación entre las enfermedades respiratorias como sibilancias, infecciones de oído, nariz y garganta en reportes directos en menores de 2 años. Y en reportes médicos que diagnostican problemas de asma, bronquitis, influenza.

Kim (2004) en sus estudios en Europa reportan la asociación entre síntomas respiratorios y los habitantes en lugares cercanos al tráfico vehicular. Las concentraciones de contaminantes del tráfico como NO y NO_2 y carbón negro fueron medidas en 10 escuelas y aunque eran bajos se observaron diferencia en estas concentraciones en escuelas lejanas al tráfico. Se encontraron diferencias significativas en la salud de los habitantes de áreas con buena calidad de aire.

La Agencia de Protección al Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés) en EEUU tiene la responsabilidad de regular las fuentes móviles y controlar las emisiones, implementando programas para controlarlas. En este país han tenido mucho éxito al reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, pues los automóviles salen de las líneas de producción emitiendo 70% menos óxidos de nitrógeno y entre un 80 o 90% menos hidrocarburos en su vida útil en comparación de los vehículos de los años 60. Esta agencia menciona que los vehículos de motor, incluyendo los que se usan fuera de carreteras, hoy en día son responsables por el 75% de las emisiones en ese país. En las ciudades hasta un 95% de las emisiones de monóxido de carbono pueden provenir del tubo de escape de los automóviles. Actualmente los vehículos son más limpios al usar equipos de convertidores catalíticos que transforman el monóxido de carbono en dióxido de carbono, sin embargo el número de vehículos presenta un incremento continuo al igual que aumenta el kilometraje recorrido por vehículo. Esto como respuesta a estrictas normas que requerían que los fabricantes de vehículos desarrollen sistemas capaces de capturar los excesos de vapores de gasolina y limpiar las emisiones del tubo de escape. Además se han introducido gasolinas de volatilidad más baja.

El total de millas vehiculares viajadas por las personas en Estados Unidos ha aumentado un 143% desde 1970 y sigue su incremento a razón de un 2 a 3 % cada año. Hoy en día hay más de 200 millones de autos y camiones circulando. Esto aunado al envejecimiento y el deterioro habituales, el no mantener el auto afinado y la alteración de los sistemas de control de emisiones tiene como resultado el aumentarlas.

En muchos países existe una mala planeación en relación de los sistemas de transporte dentro del ecosistema ciudad, generando en estos casos contaminación del aire con su consecuente daño a la salud de la población, daño a las cosechas y hasta a las mismas construcciones.

b) Transporte en México.

La ciudad de México es actualmente una de las ciudades mas pobladas del mundo. En los últimos 40 años se ha convertido en una zona Metropolitana con cerca de 15 millones de habitantes, expandiéndose sobre el valle de México y las montañas que la rodean. En esta ciudad existen cada vez mayor número de procesos de consumo de energéticos y fuentes de emisión de contaminantes, como son industrias, otros giros mercantiles y de servicios, unidades de transporte, emisiones naturales como volcanes, incendios forestales y áreas ecológicamente degradadas que aportan polvos y partículas suspendidas. Estas actividades se pueden considerar en algunos casos inevitables ya que se trata de fuentes naturales de contaminación y en otras necesarias en el desarrollo económico de la región.

La ciudad de México, con una extensión de 3,230 km. cuadrados, de los cuales el 39% corresponden a la mancha urbana, obliga a sus pobladores a desplazarse muchos kilómetros de un punto a otro y en diferentes medios de transporte. Se estima que en esta ciudad se realizan casi 30 millones de viajes diariamente, los cuales se hacen en 266,100 vehículos privados, 85,697 taxis, 67,000 combis y microbuses, 14,000 autobuses urbanos, 8 líneas del metro, una línea de tren ligero y 450 trolebuses (INEGI, 2005).

De casi 3.5 millones de toneladas de contaminantes estimados es 1976 (INE,2001), en solamente 11 años se presento un crecimiento alrededor de 40% llegando a 4.9 millones de toneladas en 1987. Estos contaminantes provienen en un 76.6% de vehículos automotores, 8.4% de termoeléctricas, industrias y establecimientos de servicios y un 15% de áreas desprovistas de vegetación y sin pavimentar. Ante esta situación en 1989 se emprendieron las primeras medidas para frenar esta tendencia, con lo siguiente:

- Sustitución del combustóleo por gas natural en termoeléctricas.
- Relocalización de industrias altamente contaminantes

- Programa de verificación vehicular obligatoria
- Reducción de plomo en la gasolina.
- El Gobierno Federal presentó el Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica.
- Más 41 medidas más como el programa Hoy no circula.

I.6 Principales fuentes naturales de contaminación.

La mano del hombre y la era tecnológica no siempre son los únicos culpables de la contaminación en el planeta, ya sea en agua, aire o suelo. También se pueden mencionar las erupciones volcánicas, los incendios forestales, el polen de las flores, el polvo, etc. Se estima que cuatro erupciones volcánicas recientes (Krakatoa, 1883; Katami, 1912; Hekla, 1947 y Chichón 1982) han arrojado más gases y partículas a la atmósfera que el hombre a lo largo de su historia.

Más de 7.000.000 de hectáreas de selvas, bosques y matorrales se destruyen anualmente en el mundo por incendios forestales. Entre los factores que favorecen este fenómeno se encuentran las altas temperaturas, sequías, falta de humedad y vientos fuertes y secos que contribuyen a la dispersión del fuego. Lo que empieza siendo una chispa, rápidamente se convierte en un foco de fuego que avanza y no se puede detener ni controlar con la rapidez deseada.

Algunas de estas fuentes naturales de contaminación del aire son:

- Incendios forestales
- Quemas agrícolas
- Actividad volcánica
- Polvo fugitivo levantado por el viento
- Descomposición biológica
- Salitre producido del agua de mar
- Polen de las flores
- Radiación solar o cósmica

- Ozono producido por descargas eléctricas
- Hongos ambientales (Mohos).

Otros factores que contribuyen a la contaminación del aire son factores naturales como la altitud en algunas ciudades como en la ciudad de México que esta situada a 2,240 metros sobre el nivel del mar que se caracteriza por una cuenca lacustre naturalmente cerrada por grandes cadenas montañosas de origen volcánico. Las inversiones térmicas en el valle de México tienen una especial relevancia en la concentración de contaminantes del aire.

I.7 Otros fenómenos que contribuyen a la concentración de contaminantes.

La mayor parte de estos fenómenos son producto de la naturaleza, pero de alguna forma contribuyen a la concentración o generación de la contaminación del medio ambiente, esto son:

- Factores climatológicos y topográficos de la región.- Factores climatológicos como temperatura, velocidad del viento, movimiento de sistemas de altas y bajas presiones y la interacción de estos con la topografía local, o sea las montañas y los valles. La localización de una ciudad con respecto al relieve circundante y las formas topográficas que en ella se encuentran, define la dirección del viento y la circulación de tipo turbulento. La presencia de cerros islas o de cordones, generan diferentes tipos de flujos que pueden constituir una ventaja o ser perjudiciales para la dispersión de los contaminantes. La rugosidad del terreno como los accidentes geográficos de un área, definen la velocidad del viento y su dirección. Mientras mas caótico es el relieve mayores obstáculos origina.
- Inversión Térmica.- El aire frió es más denso que el caliente. Cuando sobre una ciudad circula una corriente fría, esta empuja el aire que se encuentra debajo, produciendo un ligero calentamiento por compresión. El aire frío atrapa a aquel sobre la ciudad y no permite la salida de los contaminantes generados. Unos pocos días en esta situación bastan para generar una crisis de contaminación.
- Esmog Fotoquímico.- Existe un cierto tipo de reacciones que tienen lugar por a la presencia de la luz y las reacciones fotoquímicas. Existen algunas peligrosas como

las que se forman a partir de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y la acción de la luz, como los nitratos de peroxiacilo conocido como NPA.

- Lluvia ácida.- Es el proceso por el cual sustancias ácidas producidas por el hombre, son depositadas desde la atmósfera hacia los ecosistemas en forma de lluvia o como partículas sólidas muy finas. La acidez se incrementa al disminuir los valores de PH. Todas las formas de precipitación con valor igual o menor de 5.6 se clasifican como lluvia ácida, la cual se debe a la absorción del bióxido de carbono por el agua y el SO_2.
- La topografía como las montañas y valles que definen la dirección del viento y la circulación de tipo turbulento, la rugosidad del terreno origina un flujo más caótico. La concentración de los contaminantes al aire, se produce al dispersarse residuos o productos gaseosos, sólidos o líquidos en la atmósfera, generados por la combustión del carbón, petróleo o gasolina y otros químicos en zonas urbanas origen de buena parte de los contaminantes.

Con respecto a la salud del ser humano, inciden el tamaño, forma y estructura de la ciudad, las áreas verdes, el volumen de la población, sus movimientos diarios y estaciónales y actividades varias que desempeña, la actividad industrial, comercial, doméstica y la contaminación que genera.

La vegetación es un agente natural que en general contribuye a mejorar la calidad del aire. Esto se da a través de la purificación del aire mediante los procesos de fotosíntesis, donde se absorbe CO_2 y se libera oxigeno; además intercepta las partículas en suspensión que son arrastradas por los vientos. Hay que tomar en cuenta la contaminación por partículas y pólenes. El volumen de la población define en la mayoría de los casos el tamaño de las ciudades y las actividades que se desarrollan. Esto depende también de la cultura, algunas poblaciones tienden a la aglomeración en espacios grandes o pequeños. En general las grandes ciudades son las que sufren mayor contaminación atmosférica.

I.8 La marginación como elemento que contribuye a la incidencia de IRAs en México.

Pocos temas han sido tratados con tanta frecuencia como las relaciones entre pobreza y salud, de modo que es conveniente reevaluar estas relaciones a inicios del siglo XXI tomando en

consideración aspectos relativamente mas recientes. La pobreza es básicamente la reducción o privación de una capacidad. Hay privaciones intrínsecamente importantes como la mala salud, la desnutrición, el analfabetismo y los ingresos bajos. La mala salud es en si causal de la pobreza, en el sentido de que los menos afortunados de la sociedad se ven privados en forma sistemática de un componente intrínsecamente necesario de la capacidad óptima, al padecer niveles mas altos de morbilidad y mortalidad. Los países en desarrollo que han invertido para proporcionar a sus ciudadanos acceso universal a los servicios básicos de salud, seguridad alimentaría y nutrición, oportunidades educativas, servicios de agua potable y saneamiento, tienen un mayor nivel de capacidad y mejor estado de salud (OPS,2002).

En lo que respecta al acceso de la población infantil a la atención medica básica, como la que se refiere al tratamiento y prevención de infecciones respiratorias agudas (IRAs), se observan las mismas gradientes y disparidades por nivel de ingreso, en que los niños mas pobres tienen entre la tercera parte y la mitad de posibilidades de recibir tratamiento oportuno y efectivo para estas enfermedades (OPS,2002).

En México, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) realiza estudios y construye indicadores para conocer las características sociodemográficas, económicas, sociales y culturales de las poblaciones marginadas y vulnerables, así como identificar los patrones territoriales de sus pobladores y precisar sus interrelaciones con los procesos poblacionales, con el fin de aportar criterios y consideraciones demográficas en los programas para asignación de recursos presupuestarios del gobierno federal y estatales, para lograr el apoyo para un desarrollo económico y social orientado a mejorar las condiciones de vida de la población con mayor desventaja. (CONAPO, 2001)

Los procesos que modelan la marginación conforman una precaria estructura de oportunidades sociales para los ciudadanos, sus familias y comunidades, y los expone a privaciones, riesgos y vulnerabilidades sociales que escapan al control personal, familiar y comunitario y cuya reversión requiere del esfuerzo de sectores público, privado y social.

El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar entidades Federativas, municipios y colonias según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

Así, el índice de marginación considera cuatro dimensiones estructurales de la marginación; identifica nueve formas de exclusión y mide su intensidad espacial como porcentaje de la población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas.

Los nueve indicadores como formas de exclusión social de origen estructural utilizados en el índice de Marginación son los mostrados en la tabla. 5

Tabla 5. Nueve indicadores base para calcular el índice de marginación.

INDICADOR	DIMENSIONES DE MARGINACIÓN
I. Educación	El acceso al conocimiento constituye un aspecto crucial para que las personas puedan realizar el proyecto de vida que tienen razones para valorar. Asimismo, la escolaridad de la población constituye uno de los factores decisivos para aumentar la productividad del trabajo e incorporar la innovación tecnológica, y con ello fortalecer la competitividad de las economías. Los indicadores de educación que reflejan los rezagos más significativos, así como la población en mayor desventaja, son: • Porcentaje de la población de 15 años o más que es analfabeta; • Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa.
II. Vivienda	La vivienda es el espacio afectivo y físico donde los cónyuges, hijos u otros parientes cercanos, estructuran y refuerzan sus vínculos familiares a lo largo de las distintas etapas de su curso de vida. La población que habita viviendas que carecen de energía eléctrica, agua entubada, drenaje, sanitario exclusivo o de tamaño inadecuado, está expuesta a mayores impedimentos para gozar de una vida larga y saludable y dificulta el aprendizaje de los menores de edad, entre otras privaciones cruciales en la vida de las familias y sus integrantes. • Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin agua

	entubada de viviendas. • Porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni sanitario exclusivo. • Porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica. • Porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra. • Porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento.
III. Ingresos Monetarios	Las oportunidades de las personas para tener un nivel de vida digno están determinadas por una diversidad de factores. De ellos, destacan la posesión de activos, el acceso a satisfactores esenciales relacionados con el gasto social del estado (como la educación, y la salud), así como las posibilidades de lograr una participación competitiva en los mercados de trabajo. • Porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos.

Para la estimación del índice de marginación se utiliza como fuente de información los resultados definitivos del XII Censo General de Población y Vivienda (1990 y 2000).

El índice de marginación permite discriminar entidades federativas según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación primaria, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios bajos y las derivadas de la residencia en localidades pequeñas, aisladas y dispersas, como puede ser la falta de servicios de salud, equipamientos e infraestructuras adecuadas, lo que conforma una precaria estructura de oportunidades que obstruyen el pleno desarrollo de las potencialidades humanas. La forma se clasifica a la población según su calificación es la siguiente:

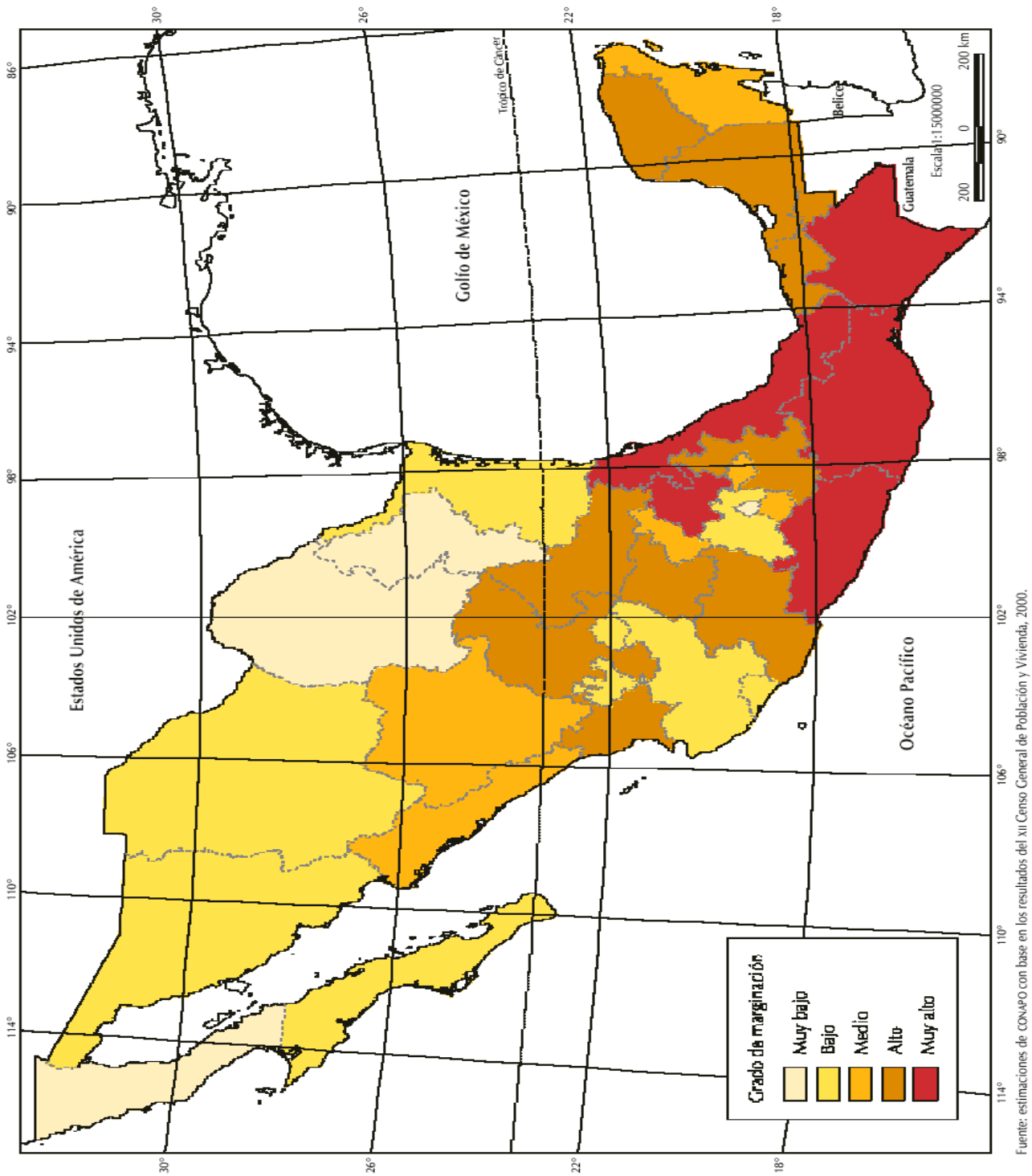
- Grado de marginación muy alto
- Grado de marginación alto
- Grado de marginación medio
- Grado de marginación bajo.
- Grado de marginación muy bajo.

En la República Mexicana solo cuatro entidades federativas tienen un grado de marginación muy bajo, donde residen 17.2 millones de personas o sea el 18% de la población del país. Salvo la capital del país, los estados con grado de marginación muy bajo se localizan en el

norte de México y estos son Coahuila, Baja California y Nuevo León, esto se puede observar en la figura 1, no por ello deja de existir marginación en las ciudades, ya que si bien no son consideradas como localidades menores de 5,000 habitantes, si presentan carencias que ubican a ciertas colonias dentro de las ciudades en diferente nivel de marginación.

Figura 1. México: entidades federativas según grado de marginación 2001

Fuente: CONAPO 2001

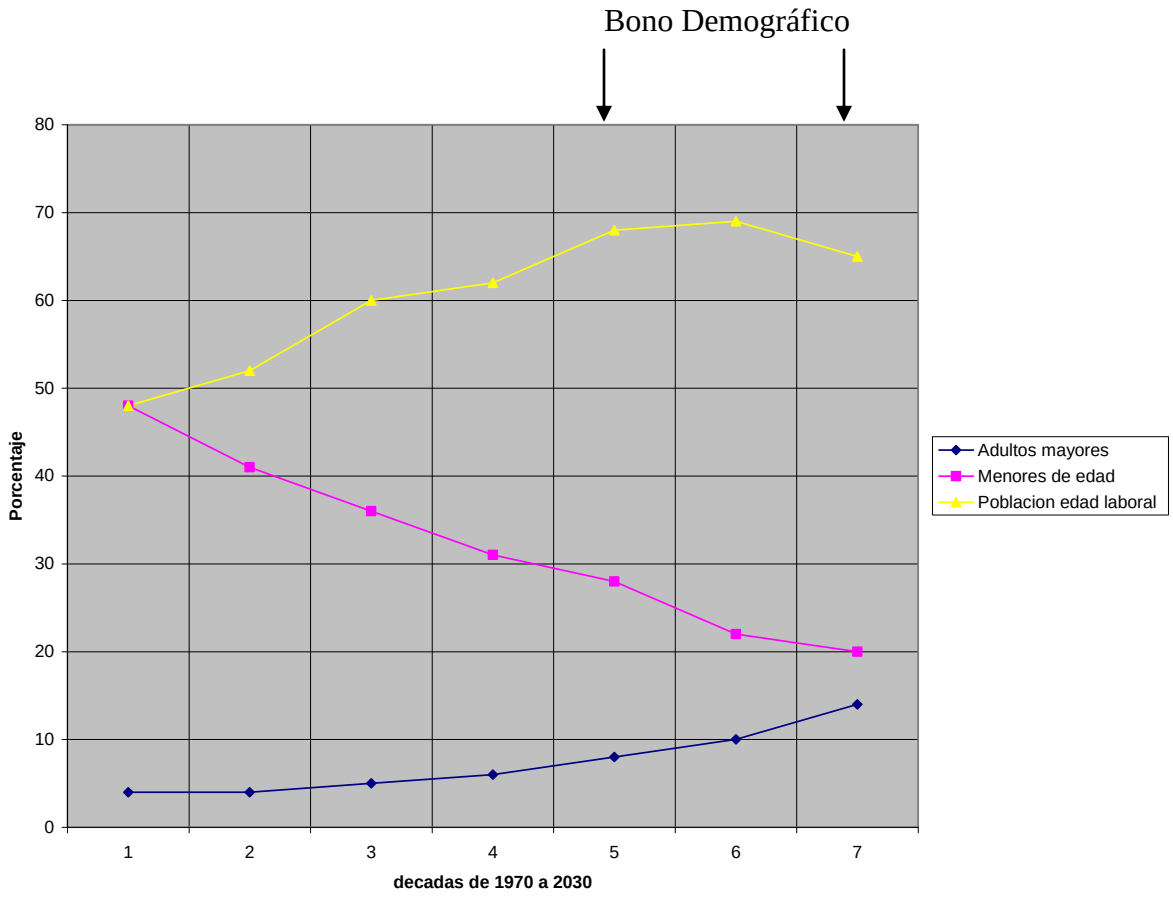


CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS URBANO-AMBIENTALES DE MEXICALI, B. C.

Baja California se encuentra localizada en la región noroeste de la Republica Mexicana, limita al norte con Estados Unidos de Norteamérica y comparte una frontera de 265 kilómetros. El Estado tiene 1,380 Km. de litoral, siendo 740 Km. costas de Océano Pacifico y 640 Km. costas del Golfo de California. Tiene una extensión territorial de 71,777.5 kilómetros cuadrados y cuenta con 5 municipios, estos son: Tijuana, Mexicali, Ensenada, Tecate y Playas de Rosarito (CONEPO, 2005).

Baja California junto con el Distrito Federal y Nuevo León son de las entidades del país que se caracterizan por contar con una estructura por edad que permite tener una razón de dependencia mucho mas favorable, en estos estados hay aproximadamente 51.2 personas en edades dependientes (menores de 15 años y mayores de 60 años) por cada 100 personas en edad de trabajar y conforme vayan transcurriendo los años los porcentajes de dependientes irán disminuyendo, a la par que decrecerán los porcentajes de personas en edad de trabajar. Esta razón de dependencia se debe al envejecimiento de la población derivado de una tasa de fecundidad pequeña y una también reducida tasa de mortalidad (CONEPO, 2005).

El número de personas que se encuentra en el grupo de edad de 15 a 59, y de 60 y más, irá en constante crecimiento (figura 2) mientras que por otra parte la población de 0 a 14 años irá reduciendo su numero, este movimiento poblacional es lo que permite el bono demográfico para el estado (CONEPO 2005).



Fuente: CONEPO 2005

Figura 2. Distribución porcentual de población por grandes grupos de edad,1970 a 2030

En todos los municipios de Baja California se aprecia claramente la razón de dependencia que con el paso de los años se ira incrementando y que permitirá el Bono Demográfico que se tiene proyectado durará hasta 2030 aproximadamente.

El municipio de Mexicali tiene una extensión territorial de 13,935.5 kilómetros cuadrados, cuya densidad demográfica llega a 63 habitantes por kilómetro cuadrado. Del total de la población en este municipio el 88.2% vive en áreas urbanas y el 11.8% en rurales. (CONEPO, 2005).

II.1 Población de Mexicali, B. C.

En 1990 el área urbana de Mexicali tenía una población de 453,110 habitantes, en 1995 alcanzo 505,016 y en el censo del 2000 se tuvo una población de 590,096 habitantes. De estos datos se obtiene una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 2.7% entre 1990 y 1995.

Para este municipio según los resultados preliminares del II Conteo de Población y Vivienda 2005 se estimó una población de 878,194 habitantes, con una tasa de crecimiento del 2.44%, convirtiéndolo en el municipio con el ritmo de crecimiento mas bajo del estado.

Mexicali cuenta con 1,630 localidades de las cuales 98.5 son rurales y 1.5 localidades urbanas, del total de la población en el municipio 88.2 % vive en las localidades urbanas y 11.8 % en las rurales. En lo que respecta a estructura por edad de la población, se presenta la siguiente distribución en la tabla 6. Alrededor del 44% de la población de la ciudad esta integrada por niños y jóvenes menores de 20 años; en donde sobresale un 30% de la población infantil menor se 11 años. El siguiente grupo de mayor peso son los que se encuentran entre 20 y 59 años esto marca la razón de dependencia, que representan la mitad de la población, en tanto que los mayores de 60 años suman aproximadamente el 6% de la población. La tabla 6 muestra un 18 % de la población de 0-5 años y un 4 % mayores de 65 años o sea un 22 % de población en 2005 vulnerable a Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs), (CONEPO, 2005).

Tabla 6. Grupo de edades de la población en Mexicali, B. C. 2005

Grupo de edad	Población	Porcentaje
0-4 años	66,989	10.20%
5 años	49,190	7.50%
6-11 años	78,048	11.90%
12-14 años	35,417	5.40%
15-17 años	34,761	5.30%
18-19 años	24,267	3.70%
20-24 años	60,995	9.30%
25-59 años	265,625	40.50%
60-64 años	13,773	2.10%
65 años y mas	26,890	4.10%

Proyecciones a partir del XII Censo General de Población y Vivienda INEGI 2005.

Las estadísticas de población indican que en los últimos años la población infantil se está reduciendo y las personas mayores de 65 años tienen mayor sobre vida. Habrá que considerar que a futuro este último grupo al igual que los niños estará en situación vulnerable.

Respecto a la tasa de crecimiento, se consideró como base para el presente estudio la cifras reportada por INEGI en su XII Censo General de Población y Vivienda 2000, partiendo de esta cifra de población para Mexicali se aplicó el índice de crecimiento poblacional para la ciudad establecido por el Consejo Estatal de Población CONEPO (2000) que es de 2.44 haciendo una proyección de esta población para los años 2001 a 2005 (tabla 7).

Tabla 7. Población total de Mexicali B. C. de 2000 a 2005

AÑO	Proyecciones de población
2000	764,602
2001	790,325
2002	816,914
2003	836,847
2004	857,266
2005	878,194

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000 de INEGI
y proyecciones CONEPO 2005.

II.2 Infecciones Respiratorias Agudas en Mexicali, B. C.

Las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) es un problema de salud pública que a nivel mundial ha preocupado a las autoridades sanitarias en todos los países, concentrando su atención en desarrollar programas para reducir esta morbilidad. En México en estos últimos años se han presentado en los diferentes Estados las siguientes cifras máximas y mínimas que se pueden comparar con las del Estado de Baja California.

En el año 2000 la tasa media por cada 1000 habitantes en Baja California era 228.0, mientras la tasa promedio en la República Mexicana era de 281.1 y Yucatán presentaba una tasa mayor 507.6. En el año de 2003 la tasa de IRAs para Baja California era de 191, mientras la promedio de la República Mexicana era de 277.1 y el Estado de Yucatán alcanzaba la cifra de 460.5 por cada 1000 habitantes (tabla 8).

En Mexicali según el presente estudio, la morbilidad por IRAs de la población abierta en el periodo de 2001 a 2005 presento tasas entre 30.1 y 218.7 por cada 1000 habitantes en diferentes zonas de la ciudad.

En la tabla 8 se observa que la cifra promedio de IRAs por 1000 habitantes en la República Mexicana es mayor que la del estado de Baja California. Yucatán presenta cifra mayor y el estado de Chiapas presenta cifras menores.

Tabla 8. Tasa máximas y mínimas de IRAs por Entidad Federativa 2000-2003

AÑO	REPUBLICA MEXICANA	ESTADO Máxima	BAJA CALIFORNIA	ESTADO Mínima
2000	**281.1**	507.6 Yucatán	**228.0**	137.3 Chiapas
2001	**246.3**	457.3 Yucatán	**243.0**	111.7 Chiapas
2002	**277.1**	460.5 Yucatán	**220.8**	144.3 Chiapas
2003	**221.7**	353.3 Durango	**191.0**	153.9 Puebla

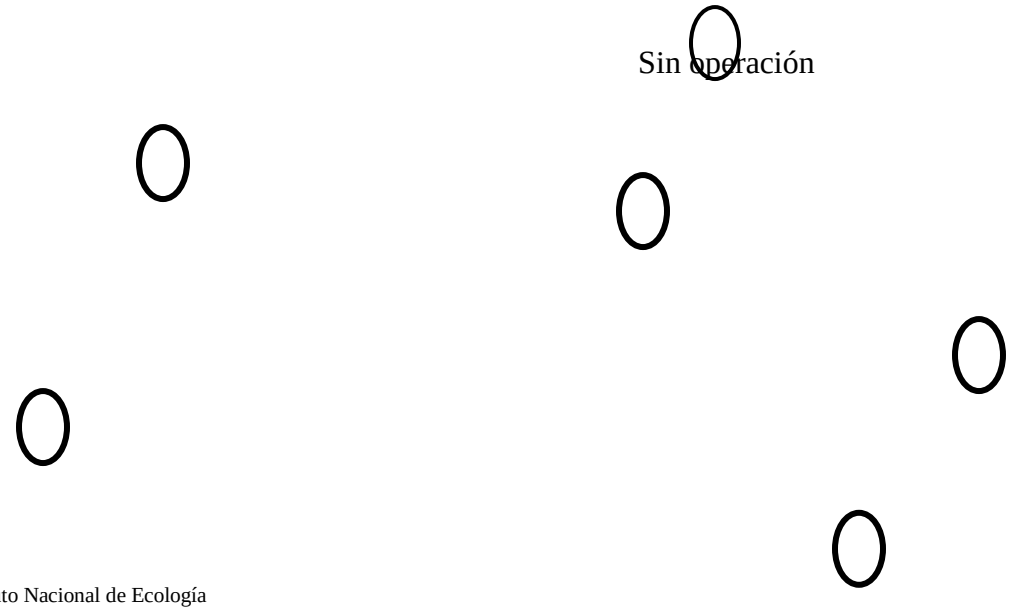
Fuente: SSA Vigilancia Epidemiológica.

En Mexicali la tasa de IRAs se evaluará en el presente estudio para compararlo con las variables ambientales y climáticas que se presume generan su incidencia.

II.3 Contaminación del aire en Mexicali, B. C.

La red de monitoreo atmosférico inicia sus operaciones dentro del marco del Programa Frontera XXI, con recursos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y la Agencia de Recursos de Aire de California en colaboración con la Delegación SEMARNAT y el Instituto Nacional de Ecología, según el Programa de Mejora de la Calidad del Aire de Mexicali 2000-2025. Estas estaciones de monitoreo inician ubicadas en seis puntos de la ciudad (tabla 9), que para el presente estudio se contó con información de tres estaciones de monitoreo, la UABC, ITM y COBACH, pues la estación CEBATIS 21 ya no estaba en operación, y de PM_{10} se obtuvo información solo de 2001 a 2003 de cinco estaciones de monitoreo, de las tres anteriores incluyendo a las estaciones CONALEP y Progreso o Centro de Salud.

La localización y ubicación de las seis Estaciones de Monitoreo dentro del área urbana de Mexicali se muestran en la figura 3 y tabla 9.



Instituto Nacional de Ecología

Figura 3. Localización de las 6 estaciones de monitoreo en la ciudad de Mexicali

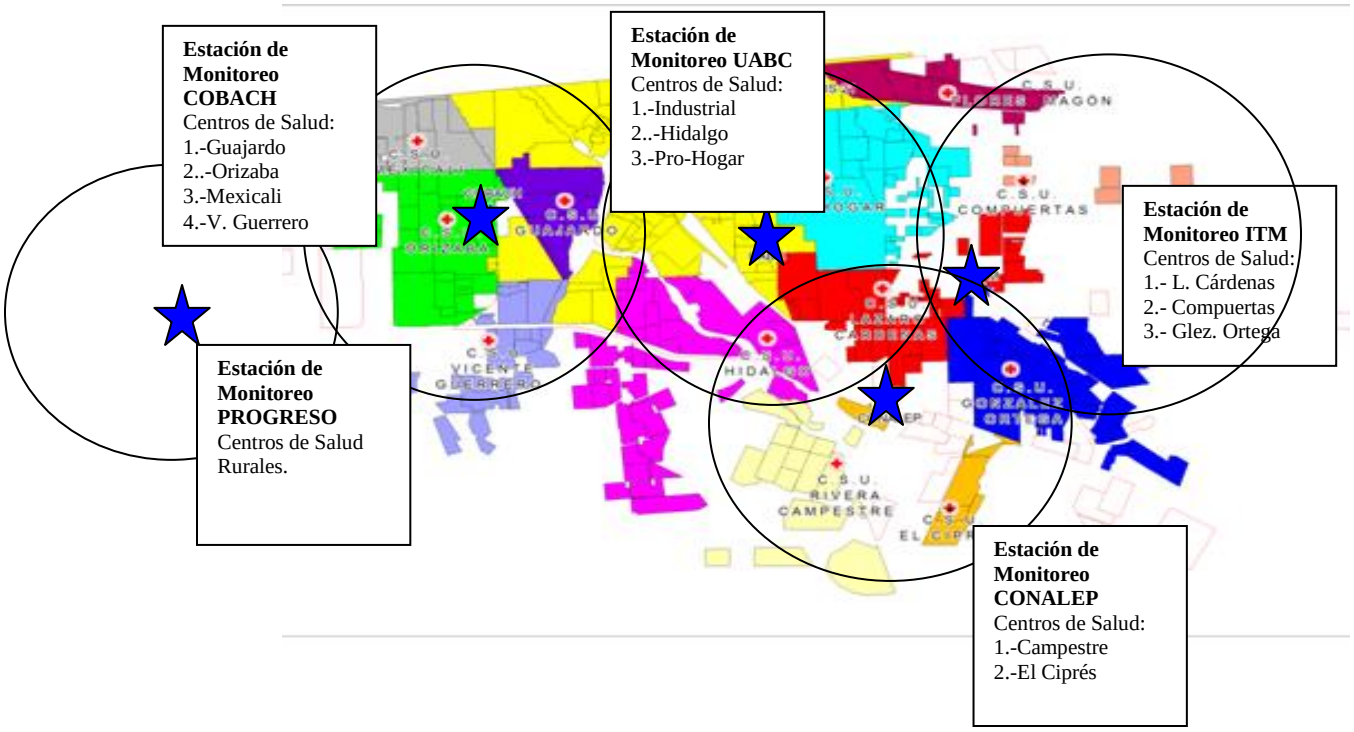
La ubicación y uso de suelo predominante de estas Estaciones de Monitoreo se muestra en la tabla 9 así como los contaminantes que monitorea según el equipo y personal con que cuenta cada una.

Tabla 9. Ubicación de estaciones de monitoreo y contaminantes que miden.

ESTACIÓN DE MONITOREO	Uso de suelo predominantemente	UBICACIÓN	CONTAMINANTES
■ **UABC Centro**	Urbano	Blvd. Benito Juárez s/n Urbano	O_3, CO, SO_2, NO_2, PM_{10}.$PM_{2.5}$
■ **ITM Sureste**	Urbano	Av. Instituto Tecnológico Urbano	O_3, CO, NO_2, PM_{10}
■ **COBACH Oeste**	Urbano	Heroico Colegio Militar y Av. Checoslovaquia Urbano	O_3, CO, NO_2, PM_{10}
■ **CONALEP Sureste**	Agrícola	Ejido Puebla Agrícola	PM_{10}
■ **CBATIS21 Norte**	Urbano	Calz. Cuauhtémoc y Río Elota	O_3, CO, SO_2, NO_2, PM_{10}.
■ **CENTRO DE SALUD Suroeste**	Urbano habitacional, Agrícola	Calz. Heriberto Jara	PM10

Instituto Nacional de Ecología

Cada estación monitorea los contaminantes de ciertas zonas, concentrando los centro de salud que se encuentra más próximas, para conocer la relación de estos contaminantes con la morbilidad por IRAs en esa área. Las estaciones de monitoreo se presentan en la figura 4 con su relación con los centros de salud cercanos a ellos, las que registran los contaminantes del área que afectan a la población de la ciudad que habita en las colonias de sus alrededores.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Estaciones de monitoreo y centros de salud.

La ciudad de Mexicali esta clasificada como la tercera ciudad mas contaminada del país por diferentes factores contaminantes del aire, como seria:

- La alta cantidad de vehículos en circulación.
- La falta de pavimentación en la ciudad.
- La industria.
- El tipo de suelo.
- La agricultura y la quema de cultivos.

II.4 Vehículos en Mexicali, B. C.

Según el Instituto municipal de investigación, planeación urbana de Mexicali del XVIII Ayuntamiento de Mexicali (2005) en su programa de desarrollo urbano, publica lo siguiente: en los noventa se observó en la ciudad un crecimiento poblacional de 2.7% anual, que genero una expansión del área urbana incrementándose los requerimientos de vialidades principales.

La ciudad de Mexicali se comunica por la Carretera Federal No.2 al este con el vecino Estado de Sonora y con el centro del país, al oeste con las también ciudades fronterizas Tecate y Tijuana. La comunicación con el Valle de Mexicali se realiza a través de una red de caminos estatales.

Hacia Estados Unidos los vehículos transitan por dos cruces fronterizos en el centro de Mexicali y la nueva garita en el lado este. La traza vial de la ciudad de Mexicali se define como una gran retícula plana y regular, seccionada por algunas limitantes físicas como son el Río Nuevo o la vía del ferrocarril, así como la discontinuidad de la traza urbana desarrollada en diferentes etapas de crecimiento.

Según el H. Ayuntamiento de Mexicali, en 2004 la ciudad de Mexicali era uno de los centros urbanos a nivel nacional con mayor índice de vehículos por habitante (con 320,000 automóviles resulta 1 vehiculo por cada 2 habitantes), haciendo una comparación con el año 1998 que era 1 automóvil por cada 3 habitantes (181,300 autos) se observa un aumento del 77%.

El parque vehicular oficialmente registrado en Mexicali esta formado por un 90% de vehículos fronterizos según el Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, XIII Ayuntamiento de Mexicali, 2005, es decir que poseen placas del estado y su circulación se restringe a la zona fronteriza norte. En general los vehículos tienen varios años de uso y en su gran mayoría han sido modificados en sus sistemas anticontaminantes. La edad de mas del 45% del parque vehicular corresponde a modelos 1980 y anteriores, 48% son modelos 1981 a 1990 y casi el 4% es de modelos de 1991 y posteriores.

La problemática resultado de lo anterior se manifiesta en el congestionamiento vehicular y generación de contaminantes, ante la concertación de usos comerciales, de servicios e industrias en las vialidades primarias, en los flujos regionales y locales que generan la entrada y salida de las dos Garitas Internacionales Mexicali I y Garita Mexicali II, por la que en el año 1996 cruzaron la línea fronteriza un total de 6,989,639 vehículos con una alta emisión de contaminantes por la cantidad de horas motor al año.

El estado de la red vial se ve afectado por las condiciones naturales de la ciudad, como la falta de drenaje pluvial en algunas zonas, el suelo arcilloso y el clima con temperaturas extremas; lo que encarece el mantenimiento, así como el tiempo de vida de los pavimentos.

Dentro de las acciones emprendidas por el Estado esta el Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire que procura mejorar la calidad del aire de los habitantes con la pavimentación en las colonias.

En relación al transporte, las rutas de Autobuses funcionan generalmente con autobuses tipo escolar grande, contando con 53 rutas concesionadas, de las cuales solo 46 están en operación. Rutas de Taxis que funcionan con unidades tipo sedan, con 22 recorridos de itinerario fijo, de las cuales actualmente solo operan 19. Existen Rutas Privadas que prestan servicios de transporte en autobús a empresas generalmente maquiladoras, que transportan personal circulando con rutas privadas y con ciertas cuotas pactadas entre ellas.

Taxis sin itinerario fijo, empresas autorizadas que tienen unidades que dan servicio de transporte mediante solicitud telefónica, desde y hacia cualquier punto de la ciudad, con una cuota regulada por las autoridades locales. Estas cifras son sin tomar en cuenta los vehículos del Servicio Público Federal que es una cantidad considerable y otros vehículos que circulan en la ciudad con placas del vecino País o de otros Estados de la Republica.

Se desarrollo un Plan Maestro de Vialidad y Transporte de Mexicali, el cual aparece publicado en el Periódico Oficial del Estado el día 21 de mayo de 2004.

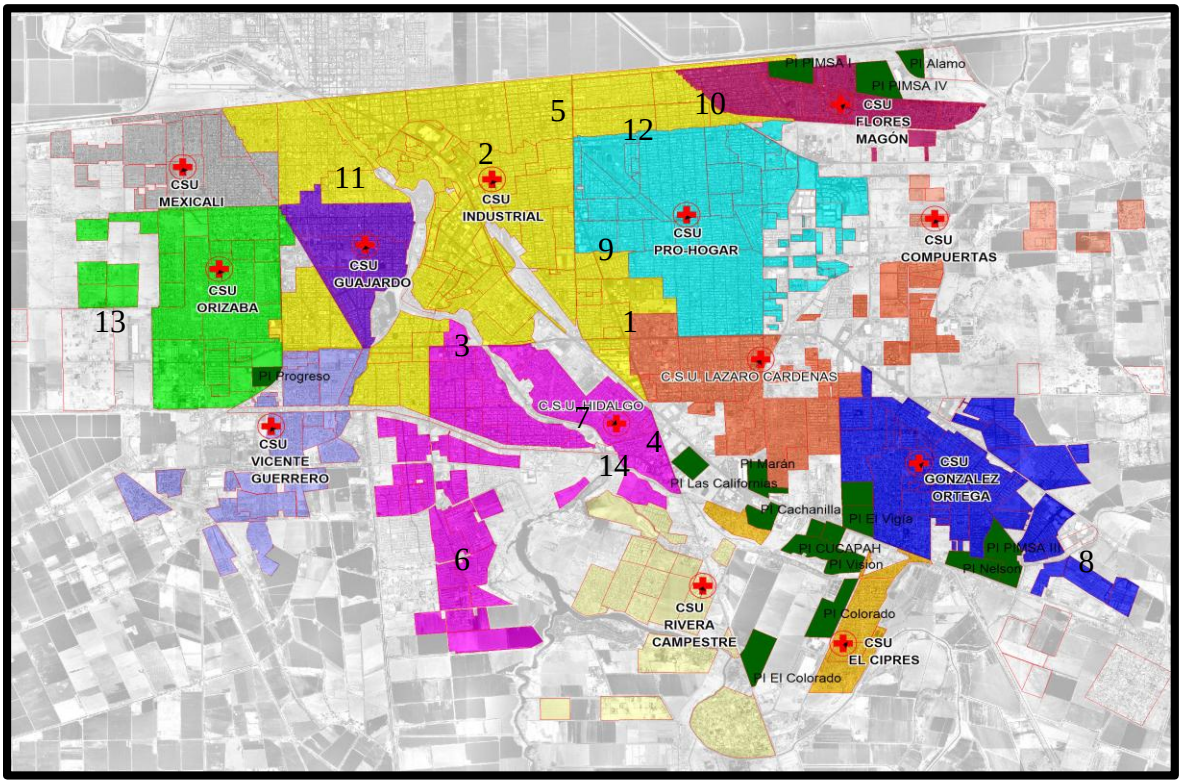
A continuación se presenta un trabajo realizado por el H. Municipio de Mexicali en el año 2004 que recabó información de vialidades y cruceros con mayor circulación (AFOROS) ubicados en diferentes puntos de la ciudad, presentándolos en la tabla 10. En estos puntos se generan altos niveles de contaminación afectando a la población de las colonias circunvecinas**.**

Tabla 10. Cruceros y Avenidas de Mexicali con elevada circulación de vehículos 2004.

VIALIDAD	ORIENTACIÓN	CIRC.MAX POR DIA
1.- Calz. Lázaro Cárdenas	Esq.Blvd.L.Montejan	56,858
2.- López Mateos	Calle Sur y Compresora	34,502
3.- Blvd. Anahuac	Esq. Rió Nuevo	31,068
4.-Carr. Mexicali-Sn.Felipe	Fracc.Porticos del Valle	24,059
5.- Av. Fco. I .Madero	Entre calle A y B	22,665
6.- Blvd. B. Carranza	Av.Sn.P.Mezquital	21,105
7.- Calz. H. Terán	Calz. Anahuac y Granada	20,706
8.- Corred Ind. Palaco	Entre calle 4ª.y 9ª.	19,045
9.- Calz. Independencia	Frente a Centro Cívico	16,939
10.- Calz. Cuauhtémoc	Entre Calle Caracas y Lima	16,826
11.- Av. Sinaloa	Entre Uxmal y Tuxtla	13,497
12.- Av. Ignacio Zaragoza	Entre calle J e I	11,087
13.Carret. A Sta. Isabel	Col. Ejidatarios	9,921
14.-Calz. Manuel G. Morín	Entre Calz. Palaco y Carr. S.F	9,324

Fuente: H. Ayuntamiento de Mexicali

En la siguiente figura se muestran algunos de los puntos por la ciudad que son vialidades con circulación alta y las áreas en que están situados (Figura 5)



Fuente: AFOROS del H. Ayuntamiento de Mexicali 2006

Figura 5. **Principales vialidades con mayor circulación de vehículos en Mexicali 2006**

II.5 Industrias en Mexicali, B. C.

En las ultimas tres décadas la frontera norte del país, en la cual se sitúa la ciudad de Mexicali, Baja California, ha sido escenario de un complejo proceso demográfico y económico. Con el desarrollo de la actividad industrial apuntalado por el programa de maquiladoras, la zona fronteriza ha logrado una progresiva integración a la economía de los Estados Unidos, y en años recientes, la atracción de inversiones asiáticas parte de la dinámica de internacionalización del capital que hay se vive en el mundo entero, ritmos de crecimiento y patrones de desarrollo de la segunda mitad de los noventas a la fecha, González (1994)

Se perfilan las tendencias del sector industrial que junto con el sector comercial y el factor fronterizo hace uso intensivo de la infraestructura y los servicios urbanos. El Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Baja California menciona tres clases de riesgo que ponen en condiciones de vulnerabilidad los asentamientos humanos de la región, los fenómenos geológicos (sismos), los hidrometeorológicos (inundaciones, trombas, etc.) y los químicos. Entre estos últimos destacan: los incendios forestales, las quemas agrícolas, la quema de basuras, entre otros, las intoxicaciones provocadas por industrias con riesgo químico y la incidencia de contingencias causadas por la industria petroquímica.

Según Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, XVIII Ayuntamiento de Mexicali, 2005, la población económicamente activa representaba en 2005 el 54.3% de la población y los inactivos que son los estudiantes, pensionados, incapacitados y amas de casa representaban el 44.50. La distribución de la población económicamente activa ocupada según los ingresos percibidos en el área urbana se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Distribución de la PEA según ingreso en Mexicali 2005

Ingreso	% de Población
Menos de 1 salario mínimo	3.6%
1 a 2 salarios mínimos	15.3%
2-5 salarios mínimos	48.3%
Mas de 5 salarios mínimos	25%

Programa de Desarrollo urbano Mexicali 2005

La distribución de la población por sectores productivos según los resultados censales del 2000, indica que 54.48% de la población ocupada se dedica a sector terciario, 35.46% al Sector Secundario y 10.06% al Sector Primario.

El Municipio de Mexicali en 1998 registra 16,515 empresas que generaban 139,827 empleos, de las cuales 1,164 empresas corresponden al sector de la industria manufacturera con 61,375 empleados, lo que representa el 44% de los empleos generados, siendo el sector económico que genera mas empleos entre los sectores productivos de la ciudad de Mexicali.

En los noventas, de cada 100 maquiladoras del país, 36 se encontraban en Baja California, es decir poco más de la tercera parte del total nacional. En este periodo se profundizo el proceso de industrialización de Mexicali, especialmente por la intensa llegada de capitales de la industria maquiladora.

La inversión japonesa mantuvo la delantera a pesar de que el tratado de libre comercio facilita la llegada de mayores flujos procedentes de Estados Unidos y en general se inicio una bonanza que se extendió sin problema hasta 1997.

A partir de 1997 varios factores modificaron el dominio que tenía este sector en el empleo como se describe a continuación:

1.- Inicia la crisis asiática de 1997.

2.- Arribo de maquiladoras de tercera generación, mas tecnificadas y menos intensivas en el uso de mano de obra.

3.- Fin del ciclo económico de Estados Unidos a partir del 2000.

4.- Modificación de los productos que se manufacturaban en Mexicali y en Baja California (tabla 12).

5.- Cierre de plantas por traslado a otras partes del mundo como China.

Tabla 12. Empleos según Sector y Rama de Actividad Económica Mexicali

Sector y Rama	**2000**	**2003**
Primario:	1,346	1,023
Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca.	1,346	1,023
Secundario:	76,250	63,329
Industria extractiva y electricidad.	5,752	3,343
Industria de la Transformación.	64,213	53,919
Construcción	9,285	6,067
Terciario:	142,158	163,994
Comercio	38,868	48,116

Fuente: Secretaria de Desarrollo Económico (SEDECO).

De las 866 maquiladoras que operaban en Baja California en el 2004, se localizaban en Mexicali 123 que representaban el 14.20% (tabla 13) con una generación de empleos de 49,464, que corresponden al 22.98% de los 215,301 que generaba esta industria en Baja California. El estado ocupa el tercer lugar a nivel nacional en inversiones.

Tabla 13. Industria maquiladora en Baja California y Mexicali 1996-2004

Año	Unidades Baja California	Empleos	Unidades Mexicali	Empleos
1996	794	159,519	128	32,863
1997	904	196,785	148	42,177
1998	1,019	214,101	171	47,170
1999	1,124	239,144	183	52,534
2000	1,279	282,602	202	65,044
2001	1,107	221,219	161	48,995
2002	934	213,533	139	51,945
2003	862	213,073	123	48,602
2004	863	219,397	124	49,692

Fuente: INEGI 2005

Considerando el tamaño de las empresas se observa un patrón territorial de ocupación del suelo, donde la micro y pequeña empresa están localizadas en su gran mayoría en las colonias, mientras las medianas y grandes empresas se ubican principalmente en parque industriales.

En la ciudad hay 21 parques industriales con 144 empresas que representan 5% del total de la planta industrial. La mayoría su ubica al sureste y noreste de la ciudad y solo los parque industriales Progreso I y Progreso II se localizan al oeste, teniendo como vialidad de acceso la carretera Tijuana y la prolongación del Blvd. Lázaro Cárdenas en donde se ubican entre otras una empresa de químicos y otra de asfaltos.

Los parques disponen de una superficie de 736 hectáreas, cuentan con un buen nivel de servicios y los de mayor índice de ocupación son Mexicali I, Mexicali II y Mexicali V, con 100% de su capacidad. Los principales sectores de maquiladoras son: electrónica y circuitos,

automóviles, vidrio, metalmecánica, medica, empaques, plásticos, comida y bebidas y aeroespacial.

Las Industrias fuera del área urbana que se distribuyen sobre vialidades regionales , con giros de alto riesgo como las gaseras, recicladoras de aceite y siderurgica, ubicadas en la carretera al ejido Michoacán de Ocampo y la Planta Geotérmica de Cerro Prieto.

En la carretera Mexicali-Tijuana se localiza el Centro de distribución y abasto de combustible de Petróleos Mexicanos, otro establecimiento de alto riesgo, así como las Termoeléctricas Mexicali y La Rosita.

Nieblas (2006) de Mexicali, menciona como fuente fija de contaminación la industria y en especial las plantas generadoras de electricidad, que con sus grandes beneficios constituye un sector que hace uso intensivo de gas natural y agua, y que tiene grandes repercusiones de contaminantes ambientales como el óxido de nitrógeno (NOx), el monóxido de carbono (CO) y las partículas suspendidas (PM_{10}) afectando la salud de la población. En la región binacional de Mexicali se registró en 2003 la operación de dos plantas generadoras de electricidad que aunque operan con gas natural como fuente de combustión operando al 100 por ciento de su capacidad se estima que las emisiones potenciales anuales son de 2,094 toneladas de NOx, 2281 toneladas de CO y 1,094 toneladas de partículas, por lo que según la agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos (EPA)y la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales (SEMARNAT) han determinado que la región binacional Imperial-Mexicali es un área de no cumplimiento para monóxido de carbono (CO), ozono(O_3) y partículas menores de 10 micras (PM_{10}). La tendencia a seguir utilizando el Estado de Baja California como una fuente para el suministro de energía hacia el Estado de California EUA no es una práctica que beneficie a los habitantes de esta región fronteriza.

Tanto el Valle de Mexicali como el Valle Imperial comparten la misma cuenca atmosférica. Debido a eso, el transporte de la contaminación de un lado de la frontera a otro depende de la dirección del viento menciona, Collins (2003) .

Importante es la conversión industrial que experimenta la ciudad en los últimos cinco años, un ejemplo de ello es el proyecto de instalar en Mexicali el primer Parque Industrial de alta

Tecnología (frontera de silicio) destinado a empresas de software, semiconductores, óptica, metal-mecánica y electrónica especializada.

Existen más de 20 parques industriales que albergan industrias consideradas micro industrias, industrias chicas, medianas y grandes de acuerdo a la cantidad de empleados con que funcionan. Estas industrias están distribuidas por toda la ciudad, algunas industrias dentro del área urbana y en parques industriales ubicados en puntos cercanos al área urbana, que albergan empresas que generan contaminantes al aire.

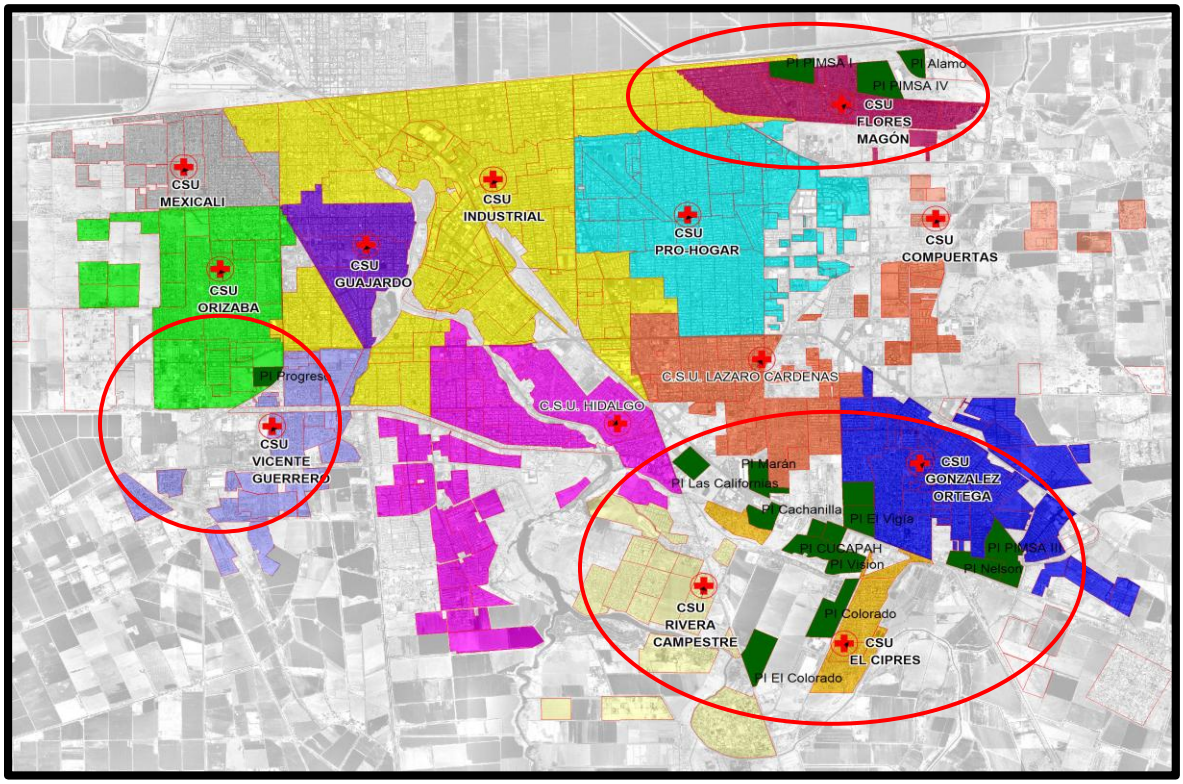
Se presentan los parques industriales que concentran la mayor parte de industrias (tabla 14) cuyos giros son principalmente: equipo electrónico, artículos de plástico, productos metálicos, productos de vidrio, papel y cartón e industria manufacturera.

Tabla 14. Parques Industriales y número de industrias en Mexicali 2005

PARQUE INDUSTRIAL	NUMERO DE INDUSTRIAS	UBICACIÓN
1. Nelson	10	SURESTE
2. El Vigía	8	SURESTE
3. El Vigía II	2	SURESTE
4. Colorado	1	SURESTE
5. Las Californias	16	SURESTE
6. Cachanilla	4	SURESTE
7. El Dorado	2	SURESTE
8. Ex XXI	15	NORESTE
9. PIMSA	22	SURESTE
10. PIMSAIII	3	NORESTE
11. Sahuaro	3	NORESTE
12. Calafia	3	NORESTE
13. Maran	4	SURESTE
14. Progreso	3	SUROESTE
15. PIMSA II	7	NORESTE
16. PIMSA IV	7	NORESTE
17. Palaco	7	SUROESTE
18. Siglo XXI	1	NORESTE
19. Robledo Industrial	2	SURESTE
20. Maran Industrial	5	SURESTE

Fuente: CANACINTRA 2005

Por su proximidad con algunas colonias (Figura 6) se podría presumir en que la contaminación de la industria esta contribuyendo a la morbilidad por IRAs (Díaz 2000, Brauer 2004 y Reyna 2003).



Fuente: SEDECO Secretaria de Desarrollo Económico 2005.

Figura 6. Áreas de Mexicali, B. C. con concentración de industrias 2005

El crecimiento de la industria en Mexicali ha significado a partir de los años sesenta y especialmente en la década de los ochenta, mayores niveles de riesgo y vulnerabilidad para la población urbana en cuanto a siniestros causados por incendios, explosiones o emanaciones de gases tóxicos asociados con la actividad productiva de la industria de transformación.

Al incremento de industrias manufactureras que desarrollan actividades de alto riesgo invariablemente se le suman empresas de servicios que manejan sustancias químicas, pues su nivel de toxicidad o el volumen almacenado en plena área urbana de la ciudad, representa un alto riesgo para la población.

A continuación se presenta en la tabla 15 algunos de los accidentes químicos en industrias que incrementan los niveles de contaminación afectando el medio ambiente, sucedidos en la ciudad de Mexicali, B. C. en los últimos años.

Tabla 15. Algunos accidentes químicos en Mexicali, B. C. en los últimos años

FECHA	ACCIDENTE QUÍMICO
1988	Fuga de gasoducto que pasa por la periferia de la ciudad. Provoco 2 muertes.
1996	Fuga de gasoducto. No muertes.
1996	Fuga de acido sulfúrico de la planta Química Orgánica que provoco la evacuación de miles de personas en áreas aledañas.
1990	Fuga de amoniaco en ductos de gas del sistema de refrigeración de planta pasteurizadora situada en el centro de la ciudad, provocando intoxicaciones.
1992	Incendio en fabrica productora de papel que maneja volúmenes de substancias toxicas
1996	Fuga de amoniaco en una empresa comercializadora de fertilizantes.
1996	Explosión en el almacén de una planta maquiladora al estallar diversos tibores con substancias químicas altamente flamables.
2003	Blvd. Carranza en planta potabilizadora de agua con cilindros de gas cloro fuga de gas cloro evacuación de los pobladores de la colonia.
2006	Carretera San Luis en Industrias Apache tenían tambos viejos que se incendiaron y el químico emitió gases tóxicos.
2007	En QUIMICAL se incendiaron hornos con azufre en ellos generando humos, 5 bomberos fueron llevados a atención medica.

Fuente: Secretaria de Desarrollo Económico y H.Cuerpo de Bomberos de Mexicali 2008.

II.6 Pavimentación en Mexicali, B. C.

La mayor parte de los suelos del área urbana y su entorno se consideran del tipo arcilloso expansivos de baja permeabilidad, asociados con procesos pluviales del Río Colorado. También se encuentran suelos arenosos ubicados en las bajadas de las sierras y mesa arenosa. En ambos casos son suelos susceptibles a la erosión por viento.

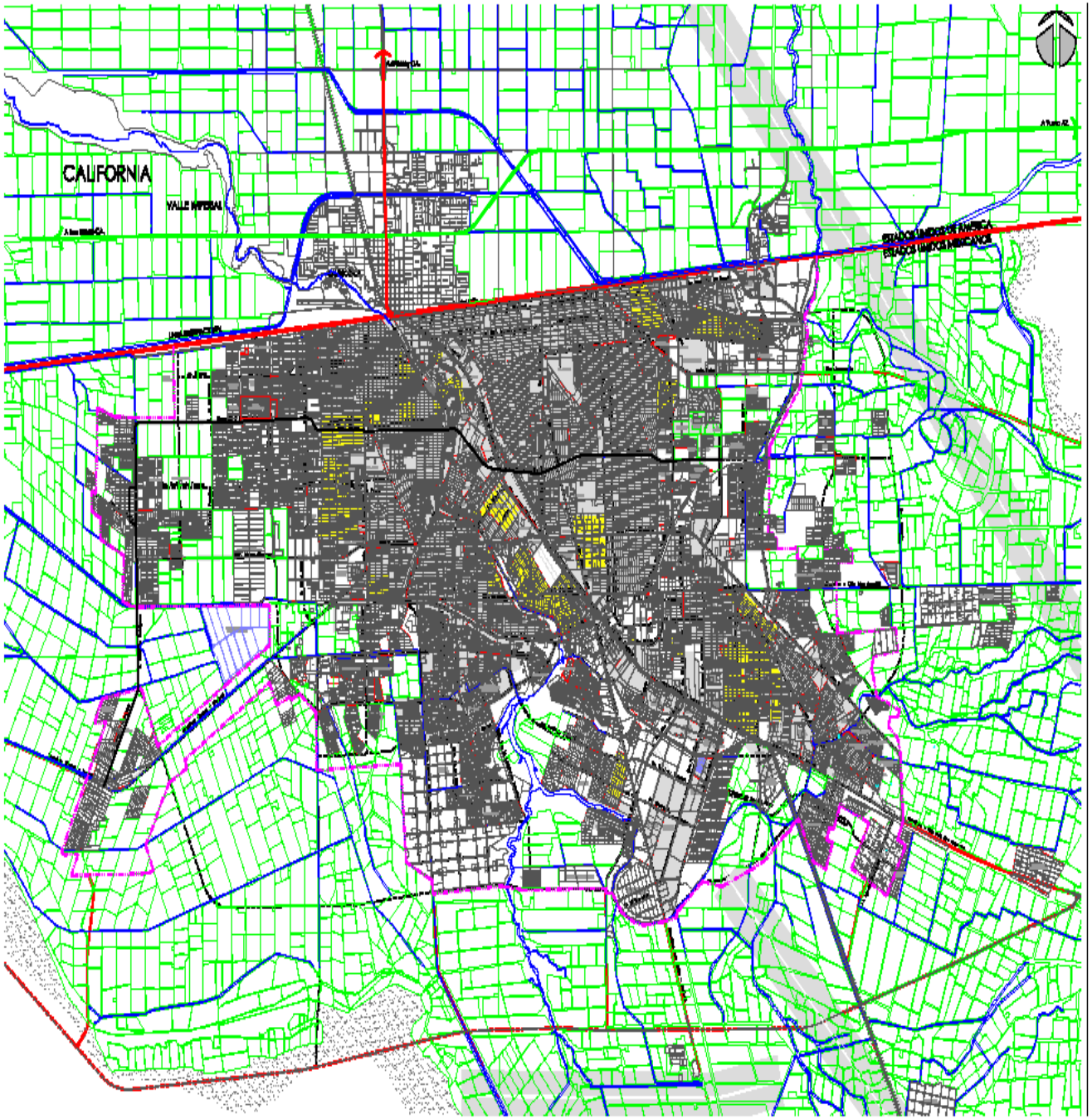
Los suelos que rodean la ciudad son de productividad agrícola variable, correspondiendo 37% a suelos de alta productividad, 46% a suelos de media y 16% a suelos de baja productividad agrícola.

La traza vial de la ciudad de Mexicali, se define como una gran retícula plana y regular, seleccionada por algunas limitación físicas como son el Rió Nuevo o lo vía del ferrocarril,

así como la discontinuidad de la traza urbana desarrollada en diferentes etapas de crecimiento. La red vial en 2002 es de 423.6 km de los que (77%) esta pavimentada y 97 km (23%) son de terracería.

Dentro de las acciones emprendidas por el Estado de Baja California, esta el Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire (PIPCA) con el fin de elevar la calidad de vida de los habitantes con la pavimentación en las colonias, de los cinco municipios del Estado. (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, XVIII Ayuntamiento de Mexicali, 2005).

Sobre la pavimentación, se estudió la información de 2004 reportada por el H. Ayuntamiento de Mexicali, que muestra que en el área urbana existen familias que habitan en áreas pavimentada, parcialmente pavimentada y no pavimentada presentada en figura 7 ya que esto puede estar afectando su salud, el análisis de esta información se presentará como apoyo en el anexo III.



Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mexicali, B. C. 2025

Diagnóstico Infraestructura:

Pavimentación.

Simbología:

Escala Gráfica

D-I6

Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali

II.7 Marginación de la población en la ciudad de Mexicali, B. C.

Aunque Baja California es una de las localidades en la Republica Mexicana con bajos índices de marginación, esto no quiere decir que en Mexicali la población no presenta niveles diversos de esta marginación en algunas colonias, como: marginación muy alta, alta, media, baja y marginación muy baja. Se cuenta con información del año 2001, proporcionada por INEGI, dependencia responsable del cálculo de este índice con base en la información del último censo 2000, que servirá como base para en un análisis junto con los contaminantes y las condiciones climáticas de 2001, para tener una idea del peso de esta variable ante las otras solo en el año 2001. Esta información se presentará en el anexo IV.

II.8 Agricultura y quema de campos de cultivo en Mexicali, B. C.

La agricultura fue la primera actividad que se realizó en el valle de Mexicali, teniendo su máximo despegue en los años cincuenta. En el valle de Mexicali cada año se siembran un promedio de 200,000 has. de cultivos diversos, y para controlar las plagas se utilizan diferentes tipos de productos químicos, poniendo en riesgo la salud de la población de la zona. La dispersión de los plaguicidas por acciones de los vientos dominantes a las áreas urbanas circundantes provoca daños a la salud de los habitantes.

Los suelos que rodean la ciudad son de productividad agrícola variable, correspondiendo 37% a suelos de alta productividad, 46% a suelos de media y 16% a suelos de baja productividad agrícola (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, XVIII Ayuntamiento de Mexicali 2005).

En las últimas décadas la actividad agrícola ha pasado a segundo término por el desplazamiento de la población económicamente activa a la industria maquiladora. Los principales cultivos por superficie sembrada en el valle de Mexicali son el trigo, el algodón, la alfalfa y las hortalizas. (Calidad del aire de Mexicali 2000-2005).

En la actualidad 14% de la población económicamente activa se emplea en el sector primario, 18% en el sector secundario y 36% en el sector terciario que comprende el comercio y los servicios.

La quema de residuos en los campos agrícolas del Valle de Mexicali, México menciona Moncada (2006) constituye una fuente de emisiones de Metano (CH_4), Monóxido de Carbono (CO), bióxido de nitrógeno (NO_2), partículas menores de 10 micras (PM10) y otros que son parte de los gases de efecto invernadero que afectan la salud de la población. En el valle de Mexicali se queman alrededor del 85 por ciento de los residuos de trigo (de acuerdo a una encuesta de agricultores y técnicos), que lo que representa que se generaron en 2003 13,870,490 kg de CO y en 2004 20,181,295 kg. de CO, siendo este el contaminante el que mostró cifras mayores. Igualmente sucede en el Valle Imperial Estados Unidos donde la quema se lleva a cabo en los meses fríos de enero, febrero cuando el aire tiene dirección noreste-suroeste afectando la calidad del aire en Mexicali, y en verano se afecta a Estados Unidos con las quemas en Mexicali. Ambos países están de acuerdo que las quemas agrícolas dañan la salud de los habitantes. No se cuenta a corto plazo con un plan para la reducción de estas emisiones a pesar de que si existen formas de reducirlas iniciando con una reglamentación adecuada.

II.9 Temperatura y humedad en Mexicali, B. C.

El clima imperante en la ciudad de Mexicali, así como de la mayor parte del valle es del tipo seco, muy árido y muy extremoso, con régimen de lluvias de invierno y de verano.

Las condiciones de aridez del valle de Mexicali se deben en parte al patrón general de circulación de la atmósfera que genera en esa latitud movimientos de aire descendentes que no provocan precipitación. A esto se suma el efecto de sombra ortográfica de la sierra de Juárez. Los vientos cargados de humedad provenientes del Océano Pacifico descargan en la vertiente oeste de la sierra y al descender al valle de Mexicali por la vertiente de este absorben humedad provocando con ello una condición de aridez (Calidad del aire en Mexicali 2000-2005).

En general se puede destacar que las condiciones climáticas de esta región están determinadas en gran medida por la presencia del sistema anticiclónico subtropical semipermanente del pacifico. De hecho esta es la razón por la cual los alrededores de la costa

de California y del Valle Imperial experimentan cielos claros, muy baja humedad, veranos extremadamente calurosos, inviernos templados y poca precipitación.

La temperatura promedio en verano es 38 a 40 ^{o}C llegando a registrarse máximas de 52^{o}C, la temperatura media anual es 23 a 27^{o}C, siendo el mes mas frió enero con una media mensual de 12.7 a 15^{o}C. En los meses de febrero y marzo así como en agosto y noviembre se presentan vientos con velocidad máxima de 100 Km./hr. (Instituto Municipal de investigación y planeación urbana de Mexicali, XVIII Ayuntamiento de Mexicali).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

La metodología utilizada en el presente estudio (figura 8) incluyó en la primera fase la recopilación y calculo de información de la población de la zona urbana de Mexicali y su distribución en los 13 Centros de Salud, la morbilidad por IRAs en ellos, la recopilación y selección de valores de los contaminantes ozono, monóxido de carbono, PM_{10} y la recopilación de valores de temperatura y humedad. En la segunda fase se hizo un análisis estadístico para la evaluación de estas variables con las IRAs.

Figura 8. Metodología del Estudio. Variables e IRAs.

PRIMERA FASE

SEGUNDA FASE

Contaminantes del aire

Variables climáticas

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

POBLACIÓN	**CENTROS DE SALUD, COLONIAS E IRAs**	**ESTACIONES DE MONITOREO**	**CONTAMINANTES DEL AIRE Ozono Monóxido de carbono PM_{10}**	**CLIMA Temperatura y Humedad**
a. Recopilación de información censal de 2000 de la población de Mexicali, B. C.	a. Localización de los Centros de Salud. b. Delimitación de población y colonias dependientes de cada Centro de Salud. c. Proyección de población por Centro de Salud para 2001-2005. d. Recopilación de IRAs por Centro de Salud e. Calculo de tasas de IRAs .	a. localización de Estaciones de Monitoreo funcionando en la ciudad. b, Determinación del área de influencia de estaciones de monitoreo y Centros de Salud cubiertos.	a. Revisión de los registros de los contaminantes O_3, CO y PM_{10}. b. Selección de promedios máximos mensuales de contaminantes y registro. c. En figura comparación del valor mensual de contaminantes y tasas de IRAs. d. Elaboración base de datos	a. Revisión de registros de temperatura y humedad. b. Selección de los valores promedios máximos mensuales para temperatura y mínimos para humedad. c.Elaboración de base de datos

a.Elaboración de base de datos en el PROGRAMA STATISTICS 7

b. Cruce de datos con Modelo de Regresion lineal simple de:
IRAs/O_3
IRAs/CO
IRAs/PM_{10}
IRAs/Temp
IRAs/Hum

c. Cruce de datos en Modelo de Regresion lineal multiple:
IRAs/O_3, y Temp
IRAs/CO y Temp
IRAs/PM_{10} y Temp

Fuente: elaboración propia.

III.1 Población y salud.

Para evaluar y ponderar las variables que contribuyen a la alta incidencia de morbilidad por Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en la ciudad de Mexicali, B. C., se empezó por identificar la cantidad de población, ubicación por colonias según centro de salud a que pertenecen, calculo de proyección de esta población, concentrado de la cantidad de consultas de IRAs, cálculo de tasas de morbilidad para cada centro de salud, elaboración de base de datos con esta información y análisis estadístico.

Se considero como criterios de exclusión a la población derechohabiente de Instituciones de Seguridad Social que es el 59% de la población total, esto es población del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad Social para los trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto de Servicios y Seguridad Sociales para los trabajadores del Estado de Baja California (ISSSTECALI), Servicio de Marina (SEMAR), Servicio de Defensa Nacional (SEDENA) y Petróleos Mexicanos (PEMEX), además del 9% de población no especificada y la población restante llamada población abierta, que es la que acude a servicios médicos asistenciales, el 32% de la población en general. En estas cifras no se considera a la población del área rural.

Y como criterios de inclusión se tiene la población abierta del área urbana de la ciudad de Mexicali, de todos los grupos de edades, que acude a solicitar atención de consulta externa en los Centros de Salud rurales de la Secretaria de Salubridad.

a) Población.

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2000) en el XII Censo General de Población y Vivienda 2000, publicó la cantidad de población resultante para todos los estados y municipios del país y posteriormente el Consejo Nacional de población (CONAPO) calculó la tasa de proyecciones para los siguientes años en base a diferente hipótesis de crecimiento, con una visión macro sobre: demografía, migración, esperanza de vida y otras variables, fijando una tasa de crecimiento poblacional para cada Estado. Esta tasa se calcula multiplicando la población inicial multiplicada por 1 mas tasa de crecimiento

elevado al tiempo intercensal. Este cálculo se muestra en la tabla 16 para los años 2001 a 2005.

Tabla 16. Población total de Mexicali B. C. de 2000 a 2005

AÑO	Proyecciones de población
2000	764,602
2001	790,325
2002	816,914
2003	836,847
2004	857,266
2005	878,194

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000 de INEGI y proyecciones CONEPO 2005.

Se registró la cantidad de población de la ciudad de Mexicali, B. C., aplicándole la tasa media de crecimiento anual (TMCA) que en esta entidad es de 2.44%, publicada por el Consejo Estatal de Población para el Estado de Baja California (CONEPO), tasa necesaria para calcular la proyección de población de las colonias dependientes de cada centro de salud. El INEGI presenta información de las 350 colonias de la ciudad de Mexicali, y la Secretaria de Salud define las colonias que dependen de cada uno de los 13 centros de salud del área urbana, según los recursos humanos y materiales con que están equipados, unidades médicas que brindan atención de primer nivel a la población abierta de la ciudad (tabla 17).

Tabla 17. Población en centros de salud del área urbana Mexicali 2001-2005

	CENTROS DE SALUD	Población total Año 2000	Población abierta 2000	Numero de colonias dependientes de cada centro de salud
1.-	INDUSTRIAL	120,181	38,458	63
2.-	GONZALEZ ORTEGA	73,790	23,613	40
3.-	HIDALGO	38715	12,389	32
4.-	LAZARO CARDENAS	50603	16,193	40
5.-	ORIZABA	47743	14,958	26
6.-	PRO-HOGAR	67018	21,446	41
7.-	EL CIPRES	21537	6,892	7
8.-	FLORES MAGON	22140	7,085	11
9.-	COMPUERTAS	8212	2,628	31
10.-	VICENTE GUERRERO	20309	6,499	23
11.-	RIVERA CAMPESTRE	25875	8,280	14
12.-	MEXICALI	34718	11,110	16
13.-	GUAJARDO	20312	6,500	6
Total		550159	176,051	350

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000 INEGI, SCINSE por colonias. Población abierta SSA, Jurisdicción Sanitaria No.1

Con base en la cifra del censo 2000 presentada en un registro llamado Sistema de Consulta de Información Censal (SCINCE 2000) por colonia, se obtiene la cifra de población de cada colonia, la que es sumada según del numero de colonias dependientes de cada centro de salud se obtiene la cifra de la población de 2000 dependiente de cada Centro de Salud, a la que se le aplica la tasa de crecimiento poblacional (2.44%) para calcular la proyección de población dependiente de cada centro de salud, cifras mostradas en la tabla 18.

Tabla 18. Proyección de población abierta 13 centros de salud CONEPO 01-05

Centro de Salud	**Censo 2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
INDUSTRIAL	38458	39496	40562	41657	42782	43937
GONZALEZ ORTEGA	23613	24250	24905	25577	26268	26977
HIDALGO	12389	12723	13067	13419	13782	14154
LAZARO CARDENAS	16193	16630	17079	17540	18013	18499
ORIZABA	14958	15361	15776	16202	16640	17089
PRO-HOGAR	21446	22025	22619	23230	23857	24501
EL CIPRES	6892	7078	7269	7465	7667	7875
FLORES MAGON	7085	7276	7472	7674	78881	8094
COMPUERTAS	2628	2698	2771	2846	2923	3002
VICENTE GUERRERO	6499	6674	6854	7039	7229	7425
RIVERA CAMPESTRE	8280	8503	8733	8968	9211	9459
MEXICALI	11110	11409	11718	12034	12359	12693
GUAJARDO	6500	6675	6855	7040	7230	7426

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000 INEGI, SCINSE por colonias
Población abierta SSA, Jurisdicción Sanitaria No.1
Elaboración propia proyecciones de 2001-2005

b) Centros de Salud e IRAs.

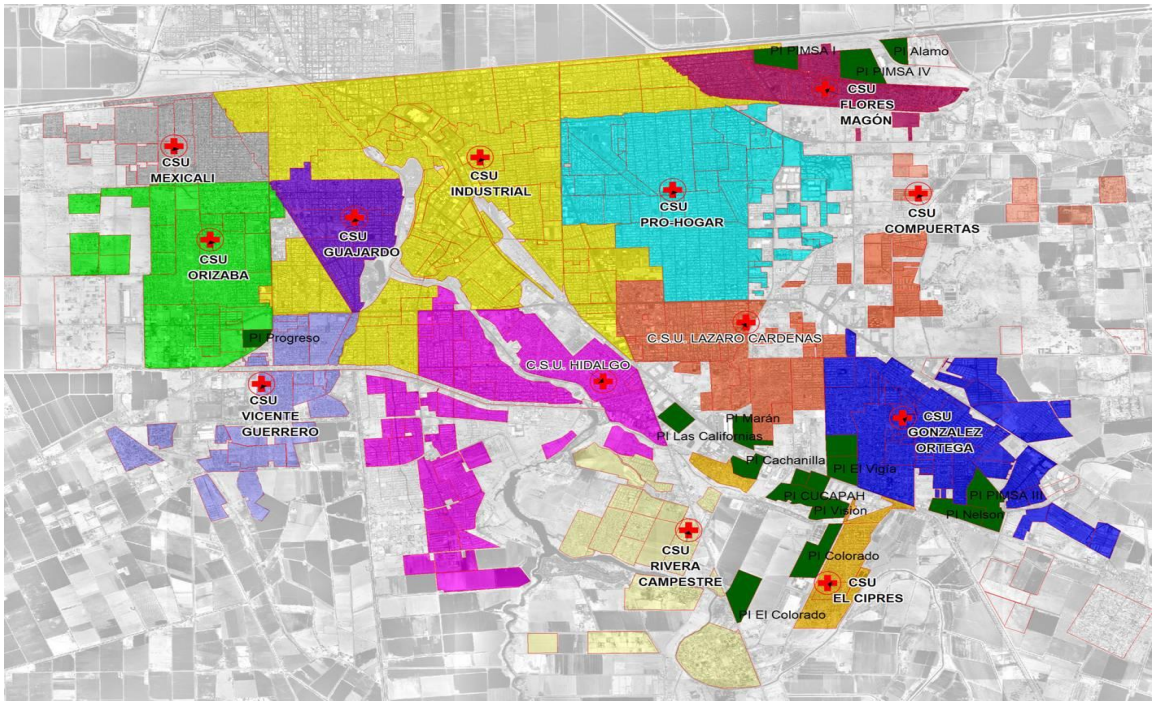
Los 13 centros de salud se ubican en diferentes puntos del área urbana de Mexicali con el fin de facilitar el acceso de la población para recibir el servicio de salud de primer nivel. La localización de cada uno de estos centros de salud se muestra en la tabla 19, con el programa MAP-INFO se ubica cada colonia de los 13 centros de salud y se colorea de un diferente tono para mostrar la ubicación en la ciudad (figura 9).

Tabla 19. Centros de salud urbanos de Mexicali, B. C. y su localización

CLAVE	CENTRO DE SALUD	UBICACIÓN
101	INDUSTRIAL	Calle F y Mecánicos Col. Industrial
102	GONZALEZ ORTEGA	Río Nasas entre 7ª y 8ª Col. González Ortega
103	HIDALGO	Av.58 y Libertad S/N Col. Hidalgo
104	LAZARO CARDENAS	Av. Ayuntamiento y Río Elota Col .L. Cárdenas
105	ORIZABA	Calle Ceilán y España S/N Col. Orizaba
106	PRO-HOGAR	Rio Culiacán y Emiliano Zapata S/N Col Pro-Hogar
107	EL CIPRES	Av. Gardenias y Caoba S/N Col El Ciprés
198	COMPUERTAS	Deleg. Compuertas
109	FLORES MAGON	Av. Jesús Agustín Astro y Bernardo Reyes
110	VICENTE GUERRERO	Av. Martín Carrera y Gral. José Morán
111	RIVERA CAMPESTRE	Av. Candelilla S/N
112	MEXICALI	Col. Carlos Salinas de Gortari
113	GUAJARDO	Av. Chihuahua y Coahuila

Fuente: Secretaría de Salud, Jurisdicción Sanitaria No. 1 Mexicali, B. C.2006.

Se elabora la figura 9 señalando las colonias que corresponden a cada Centro de Salud en el área urbana de Mexicali.



Fuente: Secretaría de Salud, Jurisdicción Sanitaria No. 1 Mexicali, B. C. 2006.

Figura 9. Ubicación de Centros de Salud en la ciudad de Mexicali y colonias dependientes.

En cada Centro de Salud se procedió a la revisión de las Hojas de Registro Mensual de Consultas, que es un concentrado de las 52 semanas del año que entregan todos los centros de

salud mensualmente a la oficina de estadística de la Regulación Sanitaria No. 1 en donde se computan las cifras anuales de cada centro de salud y de la totalidad de la localidad.

Cada médico debe registrar su productividad diaria, identificando en ellas el número de pacientes de los diferentes padecimientos, en los centros de salud en donde hay varios médicos, cada uno llena su hoja de productividad diaria vaciando en la hoja en nombre del paciente, edad y diagnostico de las diferentes enfermedades entre ellas las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) que en esta localidad en estos años de 2001 a 2005 significaron del 61 al 65% de las consultas totales, de las cuales de un 38 a un 42% correspondieron a menores de 5 años y a mayores de 65 años, población con mayor riesgo de Infecciones Respiratorias Agudas. Se recaba la información haciendo un concentrado de cada mes, de cada uno de los 13 Centros de Salud de los años 2001 a 2005. Con esta información se elaboró las tablas 20 y 21 concentrando el número de casos de IRAs de 2001 y 2005, los 3 años restantes 2002, 2003 y 2004 se presentan en anexo IV, los 5 años servirán de base para el análisis estadístico.

Tabla 20. **Número de IRAs en los 13 centros de salud urbanos de Mexicali en 2001**

C.Salud	ene-01	feb	mzo	abr	may	jun	jul	agt	spt	oct	nov	dic	Total 01
1.INDUSTRIAL	150	192	166	102	100	69	49	70	81	116	142	115	**1352**
2.GLEZ. ORTEG	112	189	155	81	112	91	97	107	100	109	231	164	**1548**
3.HIDALGO	121	174	110	40	51	32	45	57	114	97	157	210	**1208**
4.L.CARDENAS	106	121	84	48	45	52	20	36	74	83	127	115	**911**
5.ORIZABA	164	253	160	91	113	103	56	111	134	173	183	213	**1754**
6.PRO-HOGAR	163	196	122	77	89	61	65	85	78	84	100	124	**1244**
7.EL CIPRES	62	102	71	56	51	59	54	63	92	122	153	117	**1002**
8.F.MAGON	104	82	114	56	48	29	53	42	38	78	96	66	**806**
9.COMPUERTA	41	66	80	27	27	18	13	24	9	15	38	35	**393**
10.V.GUERRER	89	167	37	56	49	48	37	63	86	100	148	159	**1039**
11.R.CAMPEST	121	148	96	70	74	97	56	61	84	141	250	163	**1361**
12.MEXICALI	109	111	91	36	40	50	39	39	40	81	129	93	**858**
13.GUAJARDO	61	87	43	20	18	36	23	36	28	42	122	57	**573**
Total	**1403**	**1888**	**1329**	**760**	**817**	**745**	**607**	**794**	**958**	**1241**	**1876**	**1631**	**14049**

Fuente: Registros de Departamento de estadística de Regulación Sanitaria No.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. **Número de IRAs en los 13 centros de salud urbanos de Mexicali en 2005**

C.de Salud	ene-05	feb	mzo	abr	may	jun	jul	agt	spt	oct	nov	dic	Total 05
1.INDUSTRIAL	200	219	242	163	133	166	70	101	157	224	351	217	2243
2.GLEZ. ORTEC	197	216	268	170	123	117	71	117	156	208	334	258	2235
3.HIDALGO	155	107	103	105	63	96	52	85	122	203	244	133	1468
4.L.CARDENAS	33	49	64	38	29	29	15	15	39	83	118	42	554
5.ORIZABA	138	201	127	88	77	65	50	57	85	138	179	74	1279
6.PRO-HOGAR	152	178	171	163	99	131	67	116	141	184	308	169	1879
7.EL CIPRES	72	69	91	56	46	49	31	20	33	60	90	14	631
8.F.MAGON	89	111	88	67	45	51	36	30	42	72	116	65	812
9.COMPUERTA	46	40	28	20	11	17	24	22	32	38	51	32	361
10.V.GUERRER	52	35	35	9	17	20	10	22	20	57	54	23	354
11.R.CAMPEST	44	73	105	61	53	56	35	27	32	104	151	106	847
12.MEXICALI	24	24	102	52	41	38	19	37	46	100	126	68	677
13.GUAJARDO	43	57	52	12	5	1	9	8	4	7	23	13	234
Total	1245	1379	1476	1004	742	836	489	657	909	1478	2145	1214	13574

Fuente: Registros de Departamento de estadística de Regulación Sanitaria No.1

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en tabla 22 se presentan los totales anuales de IRAs de cada uno de los 13 centros de salud.

Tabla 22. Número de IRAs de 2001 a 2005 de los 13 centros de salud Mexicali

C.SALUD	2001	2002	2003	4004	2005	TOTAL
1.INDUSTRIAL	1691	2110	1878	1691	2243	9613
2.GLEZ. ORTEC	2160	1994	2437	2160	2235	10986
3.HIDALGO	1361	1769	1576	1361	1468	7535
4.L.CARDENAS	895	1218	1172	895	554	4734
5.ORIZABA	1623	2099	2469	1623	1279	9093
6.PRO-HOGAR	1876	1521	2186	1876	1879	9338
7.EL CIPRES	433	1133	774	433	631	3404
8.F.MAGON	820	1040	985	820	812	4477
9.COMPUERTA	500	529	585	500	361	2475
10.V.GUERRER	606	1499	1159	606	354	4224
11.R.CAMPEST	675	1770	1474	675	847	5441
12.MEXICALI	372	979	671	372	677	3071
13.GUAJARDO	354	531	533	354	234	2006
TOTAL ANUAL	14049	18194	17899	13366	13574	77082

Fuente: Registros de Departamento de estadística de Regulación Sanitaria No.1

Fuente: Elaboración propia

Con base en estos registros diarios de cada centro de salud en donde se computó la cantidad de consultas mensuales por Infecciones Respiratorias Agudas, Neumonías y Otitis que se atendieron en este período de tiempo, se procedió al cálculo de la tasa de IRAs por cada 1000 habitantes, que es la expresión cuantitativa para un determinado fenómeno, manera de llegar a conocerlo completamente.

La forma de calcularlo es la siguiente: La primera etapa de este análisis es un simple recuento de frecuencias, contando el número de pacientes enfermos de un padecimiento específico en un tiempo dado de una localidad dada. Esta cifra absoluta no tiene aisladamente ningún valor. Para poder hacer comparaciones e interpretar el valor de la cifra encontrada se debe conocer al menos la población de esa región.

El cálculo de tasas tiene por objeto obtener la frecuencia de un determinado acontecimiento relacionándola con el número de individuos expuestos a ese riesgo, (San Martín, 1988)

Las tasas se refieren siempre a determinados períodos, pueden ser anuales, semanales, mensuales, etc. Siempre debe expresarse la población a la que se refieren y la localidad.

Como la tasa establece los resultados sobre bases individuales, será siempre un número decimal, ya que el numerador será por definición menor que el denominador. Con el objeto de transformarla en número enteros para facilitar su comprensión y lectura, se acostumbra multiplicar la fracción obtenida por algún múltiplo de 10, dependiendo la elección del múltiplo del valor original de la fracción. Así se habla de tasas por 1000 o por 100,000 habitantes según sea el caso.

Tasa de morbilidad por IRAS en la población abierta dependiente de los centros de salud urbanos de la ciudad de Mexicali, B. C. en los años de 2001 a 2005 o 2001-2003.

$$= \frac{\text{Número de casos de IRAS primera vez x } 1{,}000}{\text{Población potencial de ese Centro de Salud}}$$

De esta manera se obtiene la tasa de IRAs por cada 1,000 habitantes en los centros de salud del área urbana de la ciudad de Mexicali B. C.

Aplicando esta formula se calculó la tasa de IRAs para cada mes por año para los 13 Centros de Salud, y se puede observó el comportamiento anual de esta morbilidad en la ciudad de Mexicali a lo largo de los 5 años y señalando las tasas de IRAs mensuales se puede visualizar el comportamiento de esta morbilidad por cada Centro de Salud, dividiéndola en este caso en el resultado de tasas menores de 100, tasas de 100 a 200 y tasas mayores de 200.

III.2 Contaminantes del aire en Mexicali, B. C.

Se recabó información en la ciudad de Mexicali sobre los contaminantes del aire, ozono ($O_{3)}$ y monóxido de carbono (CO) de los años 2001 a 2005 en 3 Estaciones de Monitoreo UABC, ITM y COBACH que capturaron la información de estos contaminantes y de PM_{10} de 2001 a 2003 en 5 estaciones de monitoreo UABC, ITM, COBACH, PROGRESO y CONALEP estaciones que capturaron este contaminante en este periodo de tiempo. Estaciones de monitoreo que en este periodo de tiempo tenían la capacidad de capturar la información, preparados con equipos necesarios para estos contaminantes.

En las estaciones de monitoreo la información se captura de la siguiente manera:

Para las partículas como el PM_{10} se utiliza un muestreador que captura los contaminantes, para gases como el O_3 se utilizan equipos como el DASIBI 1003 y el API 400 y para el CO se utilizan equipos como el DASIBI 3008, TECO 48 y ASPI 300, diferentes en cada estación de monitoreo según equipo disponible.

En cada una de las estaciones se captura información cada segundo, concentrándola en un promedio de 10 segundos, posteriormente se toma un promedio parcial de 6 tomas o 60 segundos o un minuto, así se continúa con los promedios hasta tener el valor que se registra, que es el promedio horario.

La UABC y otras instituciones de educación en Mexicali proporcionan los espacios para la instalación de los equipos de monitoreo. TRASER contratista de San Marcos, Ca. USA es la

empresa responsable de estas estaciones y es quien recaba la información, para posteriormente enviarla a Air Quality System AQS (EPA) en donde se revisa y una vez validada por ellos se notificará a TRASER para que se suba a la red la información.

Para determinar la concentración de una sustancia química en un volumen, se utilizan las ppm partes por millón (Acosta 2001), utilizadas para determinar las concentraciones muy pequeñas de gases en la atmósfera.

La información de contaminantes recibida para su análisis fue enviada para este estudio directamente de los registros de Air Quality System AQS (EPA), por medios electrónicos.

Los reportes de la información de contaminantes del aire se llevan a cabo mensualmente con promedios de cada hora del día, presentándola en una tabla de cada estación de monitoreo. Para el presente estudio se seleccionan los valores máximos mensuales registrados de cada estación de monitoreo, por considerarse que son los que pudieran dañar la salud.

Se localizan las estaciones de monitoreo considerando los centro de salud que se encuentra más próximas, para conocer la relación de la concentración de contaminantes con la morbilidad por IRAs en esa área. Las estaciones de monitoreo se presentan en la figura 4 con su relación con los centros de salud cercanos a ellos, las que registran los contaminantes del área que afectan a la población de la ciudad que habita en las colonias de sus alrededores.

En los últimos años las 6 Estaciones de Monitoreo no han trabajado en forma constante, como CBTIS21 que no reporto cifras de ningún contaminante y CONALEP que reporta solo de PM_{10}.

Con la medición máxima mensual de contaminantes ozono, CO y PM_{10} se analizó el comportamiento de los contaminantes relacionándolos con la morbilidad por IRAs en los Centros de Salud correspondientes, señalando los límites marcados por las Normas Oficiales Mexicanas para la protección de la salud.

Con base en las Normas Oficiales Mexicanas para cada contaminante, que fijan los valores máximos permisibles de concentración de contaminantes con objeto de proporcionar un margen adecuado de seguridad para protección hace la evaluación de los contaminantes. En la tabla 23 se presenta la información de estas Normas indicando los valores máximos permisibles.

Tabla 23. Normas Oficiales Mexicanas y valores máximos permisibles

CONTAMINANTE	NORMA OFICIAL MEXICANA	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable
OZONO	NOM-020-SSA1-1993	0.11 ppm (1hora),	1 vez cada 3 años
MONÓXIDO DE CARBONO	NOM-021-SSA1.1993	11 ppm (8 horas)	1 vez al año
PM10	NOM-025-SSA1-1993	150 µg/m3 (24 horas)	1 vez al año

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaria de Salud 1993.

Posteriormente se elaboró se concentro la información dando forma a una base de datos que a través de un modelo de regresión lineal utilizando el programa STATISTICS 7 se analizaron los contaminantes ozono y monóxido de carbono de 2001 a 2005 con las IRAs de los centros de salud que corresponden a las estaciones de monitoreo.

También se utilizó el modelo de Regresión Lineal con el mismo programa estadístico STATISTICS 7 con el contaminante PM_{10} en los años 2001 a 2003 comparándolos con las IRAs de los centros de salud en ese periodo de tiempo.

En este estudio se utilizó esta base de datos aplicando este modelo estadístico en la computadora, con el programas STATISTICS 7, lo que se lleva a cabo de la siguiente forma: para ingresar se busca en los iconos el programa y se inicia cargando la base de datos poniendo NEW en file, ingresando primero el numero de variables que tendrá nuestra base de

daros, el número de casos y otras características de los datos a ingresar, se acepta el formato y se inicia cargando la información. Una vez cargada la base de datos, en el icono statistics ingresar a múltiple regresión, aquí elegir las variables que se van a relacionar tanto en el eje de las X como en la de las Y, ya que las seleccione poner OK, la computadora hace los cálculos y muestra los resultados de la regresión múltiple. En donde los contaminantes y las condiciones climáticas son las variables predictoras y la morbilidad por IRAs la variable de respuesta, que explica cuantitativamente la relación que existe entre estas variables. El resultado de este análisis estadístico señala los coeficientes de determinación o sea el porcentaje de las IRA´s que se explica por los contaminante ozono, monóxido de carbono, PM_{10} y las condiciones atmosféricas temperatura y humedad.

III.3 Temperatura y Humedad en Mexicali, B. C.

En relación a variables climáticas, se trabajó con información de temperatura y humedad, de 2001 a 2005, esta se obtuvo del Departamento de Meteorología del Instituto de Ingeniería de la UABC en Mexicali, B. C. en donde utilizan sensores TP4 para temperatura y humedad relativa, arrojando promedios horarios.

Este departamento reporta diariamente el promedio de temperatura, llevando registros de promedios de temperaturas máximas, mínima y media.

Para el presente estudio se utilizó los valores de temperatura mínimos (Tabla 24), pues son los que se considera afectan mayormente la salud (Hajat 2002 y Reyna 2003).

Tabla 24. Temperatura mínima promedio de la ciudad de Mexicali B. C. 2001-2005

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2001	7.4	9.0	12.9	15.2	19.4	22.1	25.4	28.2	25.7	20.0	14.4	5.1
2002	8.1	8.9	11.7	16.2	19.4	24.3	28.2	27.0	25.1	17.8	13.7	8.6
2003	11.2	11.2	13.7	16.7	20.3	23.2	28.8	28.9	26.3	14.8	11.8	8.4
2004	10.6	9.0	16.8	17.1	21.0	22.9	28.0	27.9	22.6	17.6	10.7	8.9
2005	10.6	11.4	14.0	15.0	20.9	24.0	28.6	28.7	24.3	19.0	13.8	9.5

Fuente: Laboratorio de Meteorología, Instituto de Ingeniería de la UABC

Los que posteriormente se compararán utilizando el programa estadístico STATISTICS 7 en un modelo de Regresión lineal con la cantidad de IRAs de cada Centro de Salud.

En relación a la humedad relativa, la UABC registra diariamente información de igual forma que la temperatura, la humedad relativa en valores máximos, valores mínimos y valores medios. Para el presente estudio se seleccionan los valores máximos de humedad relativa mensual, pues son los que se considera afectan más la salud de la población (tabla 25).

Tabla 25. Humedad Relativa Máxima promedio de la ciudad de Mexicali B. C. 2001-2005

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2001	65	52	54.6	65	53	51	65.9	69.7	62.3	71.6	70.9	73.2
2002	65.3	52.4	54.6	66.6	53.6	51.3	65.9	66.7	61.3	59.6	59.4	76.8
2003	66.4	72.2	63.3	56.1	55.7	64.7	70.4	72.2	66.1	64.3	72.7	67.0
2004	66.4	69.0	65.0	56.7	42.4	56.7	63.0	61.2	57.9	66.4	72.8	74.0
2005	83-2	85.3	61.2	51.8	53.7	48.1	62.5	69.9	48.2	61.3	55.7	61.7

Fuente: Laboratorio de Meteorología, Instituto de Ingeniería de la UABC

Se elaboró una base de datos con estos valores de temperatura, para hacer un análisis con un modelo de regresión lineal utilizando el programa STATISTICS 7 por los años 2001 a 2005, comparándolo con las IRAs de los diferentes centros de salud.

Lo mismo se hizo con los valores de humedad relativa con el modelo de regresión lineal con el mismo programa estadístico por los años de 2001 a 2005, comparándolo con las IRAs de los centros de salud.

Se aplico un modelo de regresión lineal múltiple utilizando el programa STATISTICS 7 de los contaminantes ozono y monóxido de carbono de los años 2001 a 2005 y PM_{10} de 2001 a 2003, analizándolos junto con la temperatura, variable que mostró mayor relación con la incidencia de morbilidad por IRAs.

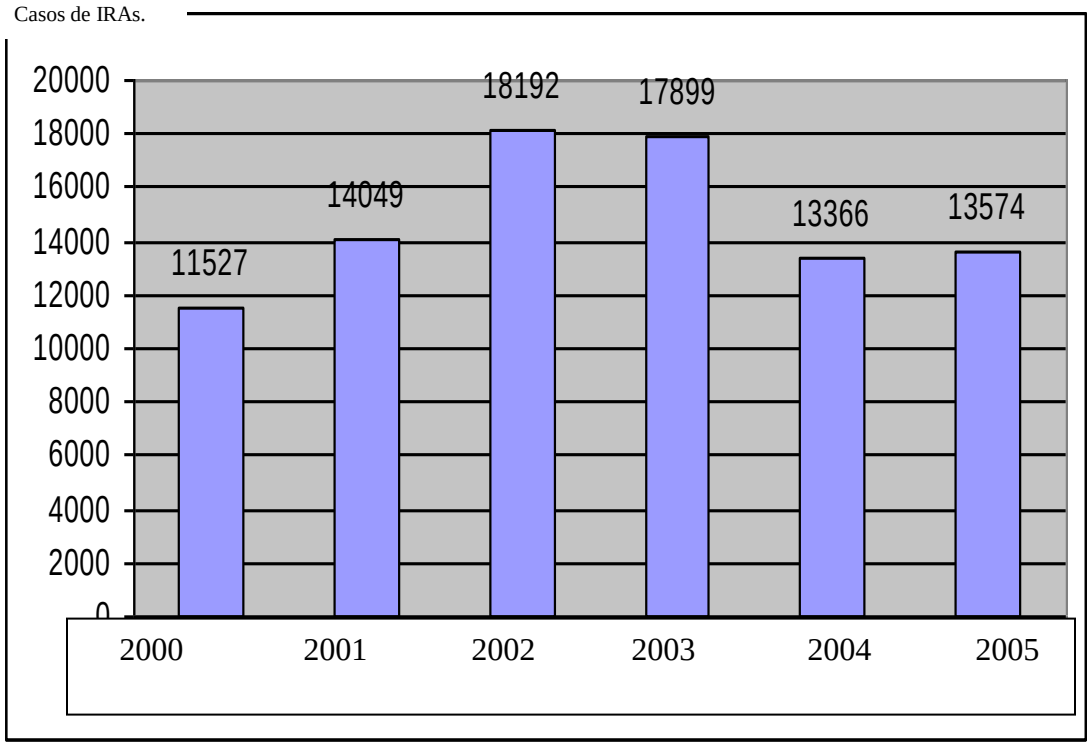
Posteriormente con un modelo de regresión lineal múltiple con el mismo programa estadístico se obtiene una función que explica la combinación en los años 2001 a 2003 de las variables ozono, monóxido de carbono y PM_{10}, temperatura y humedad mostrando una función que explica el resultado de IRAs con una combinación de estas variables.

CAPÍTULO IV. RESULTADO. RELACIÓN ENTRE LA MORBILIDAD POR IRAS Y LAS VARIABLES AMBIENTALES.

Los resultados obtenidos de las variables se presentan en este capítulo para con ellos llevar a cabo el análisis estadístico de los contaminantes: ozono, monóxido de carbono y PM_{10} y los factores climáticos temperatura y humedad con las Infecciones respiratorias agudas (IRAs).

IV.1 Población y Salud

La siguiente figura muestra el concentrado anual de casos de IRAs atendidos en los centros de salud de la zona urbana de Mexicali en el periodo de 2000 a 2005.



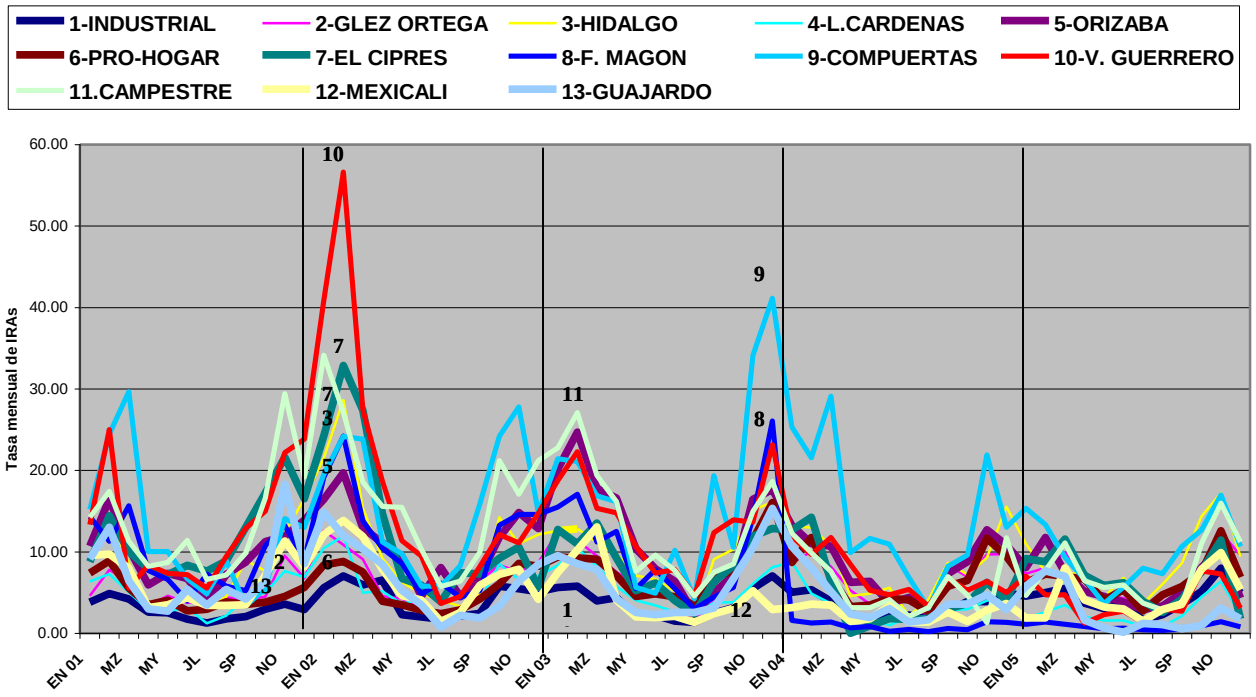
Fuente: Recopilación propia en Registros SSA Regulación Sanitaria No.1 Mexicali, B. C

Figura 10. Casos de IRAs en centros de salud urbanos en Mexicali 2000-2005

Se observa en la figura 10 que los casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en la población abierta atendida en el primer nivel por la Secretaría de Salud muestran que en los años 2002 y 2003 se presentan las cifras mayores de IRAs, con una disminución en el año 2004 y un ligero incremento de nuevo en 2005.

Del total de casos de IRAs atendidos en cada centro de salud se obtiene la tasa de IRAs por cada 1000 habitantes, indicador que servirá para evaluar el comportamiento por sectores en la ciudad de Mexicali (San Martín 1988).

Se observa en la figura 11 el registro mensual de tasas de IRAs de los 13 Centros de Salud de 2001 a 2005, con un comportamiento homogéneo, pues en algunos centros de salud las cifras siempre fueron menores o mayores, con los mismos aumentos y disminuciones en los diferentes meses del año. Las tasas de morbilidad en general son mayores en los meses de octubre a abril, presentando en todos los centros de salud las cifras mas bajas en los meses de mayo a septiembre.



Fuente: Recopilación propia en Registros de la SSA Regulación Sanitaria No.1 Mexicali, B. C

Figura 11. Tasas de IRAs en 13 Centros de Salud urbanos de Mexicali de 2000-2005

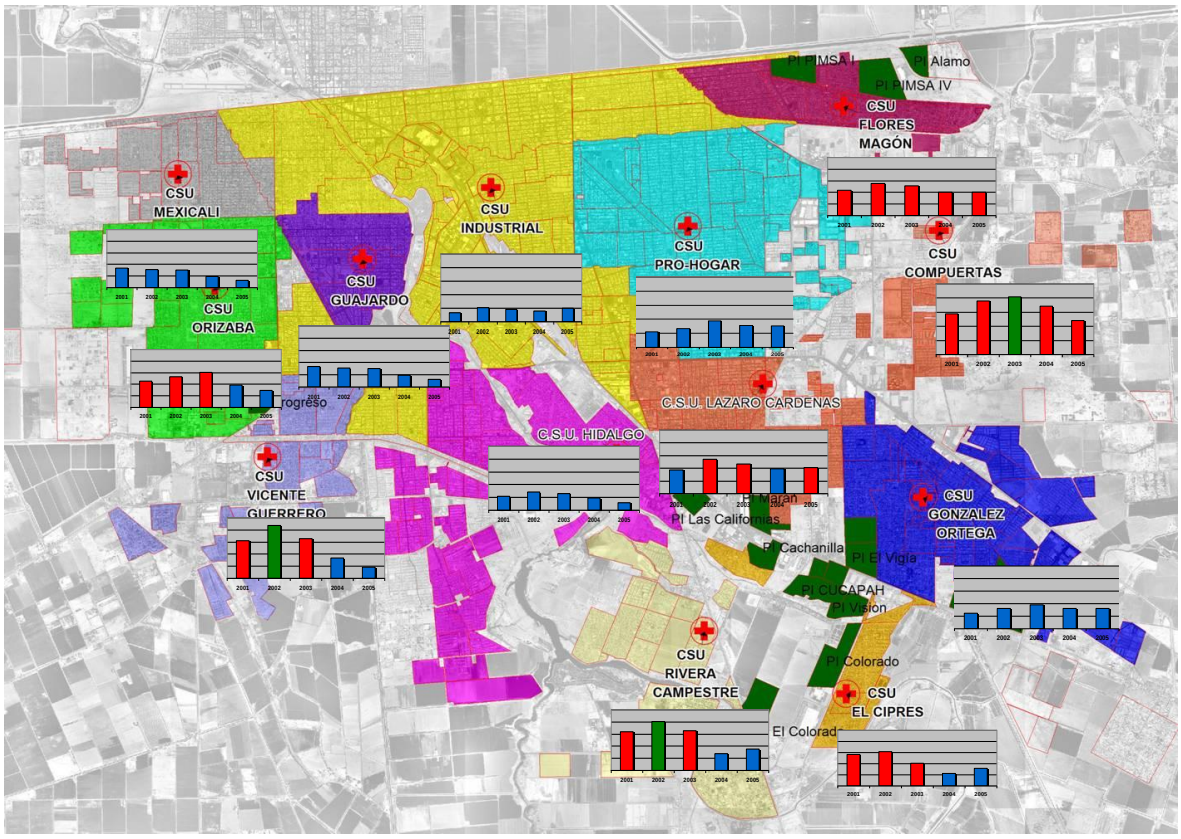
Obteniendo una tasa de IRAs durante los años de 2001 a 2005 se puede identificar el comportamiento anual de los casos de IRAs de cada Centro de Salud, con esta información se elaboró una figura marcando las tasas de IRAs, diferenciando con azul los años que muestran una tasa menor a 100, en rojo los que muestran una tasa mayor a 100 pero menor de 200, y en verde los que muestran tasas mayores de 200 (Figura 12).

Llama la atención observar que en la periferia de la ciudad al sur y oeste, en los años 2001 a 2003 los centros de salud de estas áreas presentan tasas entre 100 y 200 reduciéndose las tasas en los años 2004 y 2005 a tasas menores de 100, solo en el Centro de Salud Flores Magon y Compuertas al este la cifra permanece constante en tasa entre 100 y 200 o mayor.

Los centros de salud del centro y noroeste de la ciudad permanecen constantes de 2001 a 2005 con tasas menores a 100, estos son: Industrial, Lázaro Cárdenas, Pro-Hogar situados en el centro de la ciudad y en el noroeste el Mexicali y Guajardo. (Figura 12).

Los Centros de Salud que presentan cifras mayores de morbilidad son Vicente Guerrero situado al oeste de la ciudad, Compuertas al este y Campestre en el sur, los tres en la periferia, llegando a tasas de 200 o superiores en el 2002 o 2003.

Algunos de estos centros de salud se podría pensar que pudiera haber inconsistencia en el registro de datos por diferentes motivos, como de registro de IRAs por falta de personal medico o inconsistencia en la atención del centro de salud.



Fuente: Elaboración propia.

Hasta 100 casos de IRAs por cada 1000 habitantes
De 100 a 200 casos.
Mayores de 200 casos

Figura 12. Tasas de IRAs por año en los 13 Centros de Salud urbanos 2001-2005

En la siguiente Tabla 26 se muestran las tasas por 1000 habitantes de los años 2001 a 2005 de los 13 centros de salud urbanos de la ciudad de Mexicali B. C. que se presentó en la Figura 12.

Tabla 26. Tasas de IRAs en los 13 Centros de Salud de Mexicali de 2001 a 2005.

	CENTRO DE SALUD	2001	2002	2003	2004	2005
1	INDUSTRIAL	**34**	**52**	**45**	**40**	**51**
2	GONZALEZ ORTEGA	**64**	**80**	**95**	**82**	**82**
3	HIDALGO	**95**	**135**	**117**	**99**	**104**
4	LAZARO CARDENAS	**55**	**71**	**67**	**67**	**30**
5	ORIZABA	**114**	**133**	**152**	**98**	**75**
6	PRO-HOGAR	**56**	**67**	**94**	**79**	**77**
7	EL CIPRES	**142**	**156**	**104**	**104**	**80**
8	FLORES MAGON	**111**	**139**	**128**	**128**	**101**
9	COMPUERTAS	**146**	**191**	**206**	**171**	**120**
10	VICENTE GUERRERO	**156**	**219**	**165**	**84**	**48**
11	RIVERA CAMPESTRE	**160**	**203**	**164**	**70**	**90**
12	MEXICALI	**75**	**84**	**56**	**30**	**53**
13	GUAJARDO	**86**	**77**	**76**	**76**	**32**

Fuente: Elaboración propia.
Registros de SSA, Regulación Sanitaria No.1 Mexicali, B.C.

La reducción de estos dos últimos años en algunos Centros de Salud podría deberse a que en este periodo de tiempo se inicia un programa de medicina preventiva relacionada con las IRAs, que comprende educación del personal de salud en la identificación y tratamiento de este padecimiento, educación a la población en general a través de medios masivos de comunicación como son mensajes por televisión o radio en los que se les indica la forma de identificar los síntomas y acciones tomar, pláticas directas en las salas de espera de los centros de salud, además del inicio de la campaña de vacunación en el invierno del 2004 a adultos mayores de 50 años y niños menores de 3 años, que en 2005 alcanzó la cifra de 12,137 dosis aplicadas solo en los 13 centros de salud urbanos, además de las aplicadas en otras Instituciones de Salud como IMSS, ISSSTE, ISSSTECALI y otras además en la medicina privada.

Aunque las inmunizaciones y el control de casos son particularmente efectivas en IRAs según Ochoa (2001), parece ser que la solución a largo plazo puede depender del control de factores de riesgo.

IV.2 Contaminantes.

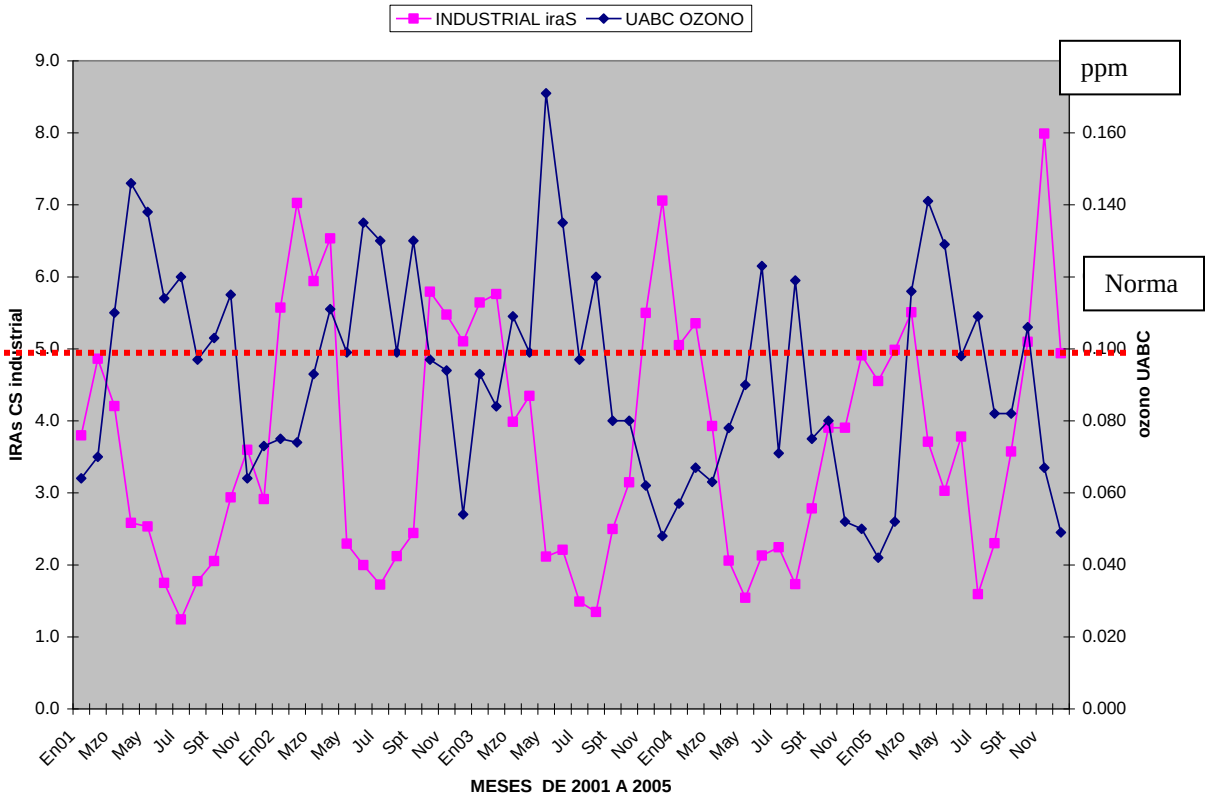
En Estados Unidos la Agencia de Contaminación Ambiental de California (California Environmental Protection Agency) se creó en 1991, la constituyen seis departamentos que fueron establecidos con el objetivo de proteger la salud de la población y del ambiente y asegurar la aplicación de los recursos del estado.

El capturar muestras del aire, agua o suelo, hacer mediciones, concentrar la información y darla a conocer a la población en general es importante en el control ambiental. El Instituto Nacional de Ecología en México y otras organizaciones oficiales enfocadas al cuidado del medio ambiente en diferentes países, tienen la responsabilidad de hacer estas mediciones y darlas a conocer a la población.

Con base en los límites establecidos por la Secretaria de Salud en las Normas Oficiales Mexicanas se hizo el primer análisis de los contaminantes y se obtuvo lo siguiente:

El Ozono en la Estación de Monitoreo UABC rebasó los valores de la Norma en 31% de los meses de 2001 a 2005, este contaminante se concentra generalmente en horario de 9:00 a 15:00 hrs.

Como se muestra en la figura 13 el ozono rebasa los límites de la Norma en varios meses en el año. Su relación con las IRAs de este centro de salud Industrial correspondiente a la estación de monitoreo UABC es poca, pues cuando se elevan los niveles de ozono, no se eleva la morbilidad, mas bien se reduce, pareciendo que la elevación del ozono es en los meses de verano y el incremento de morbilidad por IRAs se presenta en los meses de invierno.



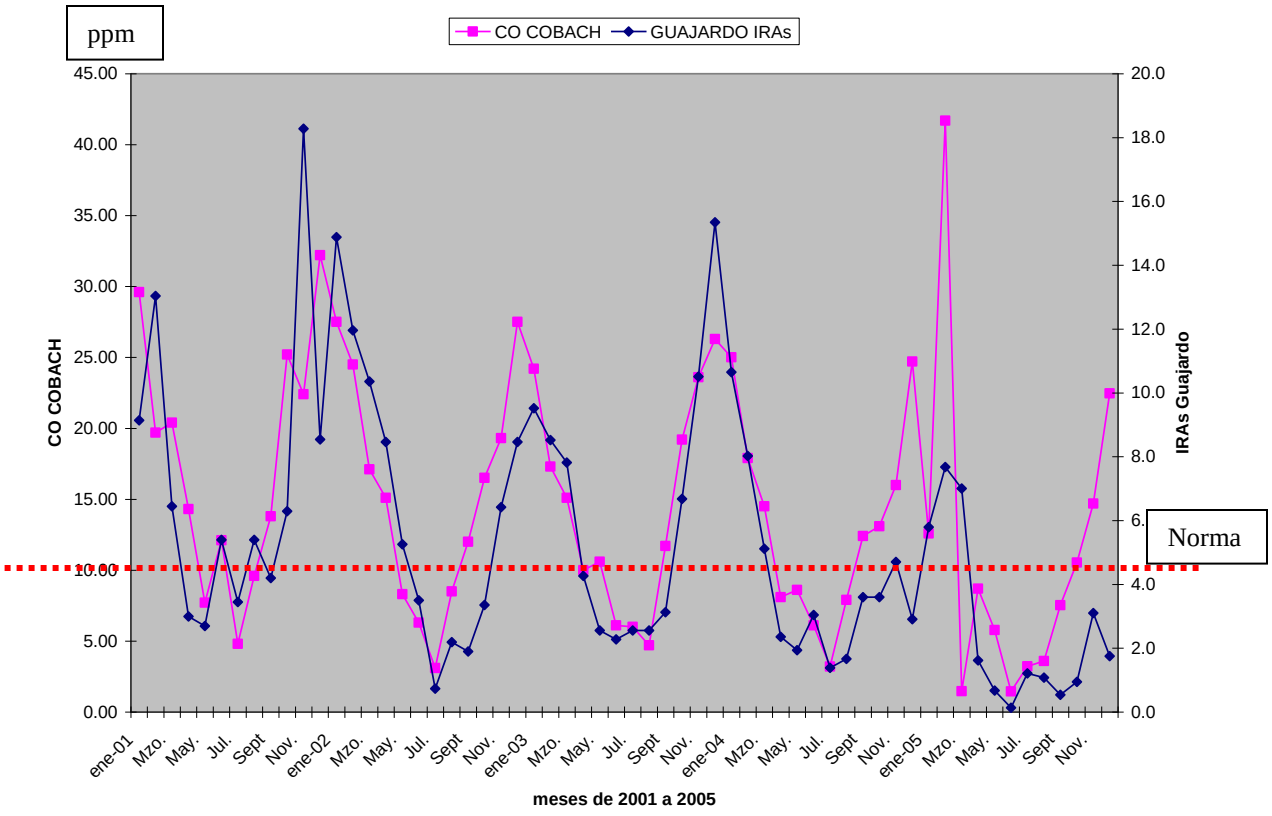
Fuente: Información de California Air Resourses Board (CARB)
IRAs elaboración propia

Figura 13. Ozono en la estación de monitoreo UABC, IRAs y Norma.

En la tabla se observa claramente como el ozono supera los limites marcados por la norma en la estación de monitoreo UABC Centro de salud Industrial y como al marcar valores altos de la concentración de ozono las IRAs permanecen bajas.

En relación al monóxido de carbono que rebasa los límites de la Norma el 51% de los meses de estos 5 años en la Estación de Monitoreo COBACH Y UABC y un 43% de los meses en la Estación de Monitoreo ITM, concentrándose durante el día aproximadamente de 18:00 a 23:00 horas.

Como se muestra en la figura 14 el monóxido de carbono rebasa los límites de la Norma en varios meses en el año. Como ejemplo la relación con las IRAs del centro de salud Guajardo correspondiente a la estación de monitoreo COBACH es alta, pues cuando se elevan los niveles de monóxido de carbono se eleva la morbilidad por IRAs.

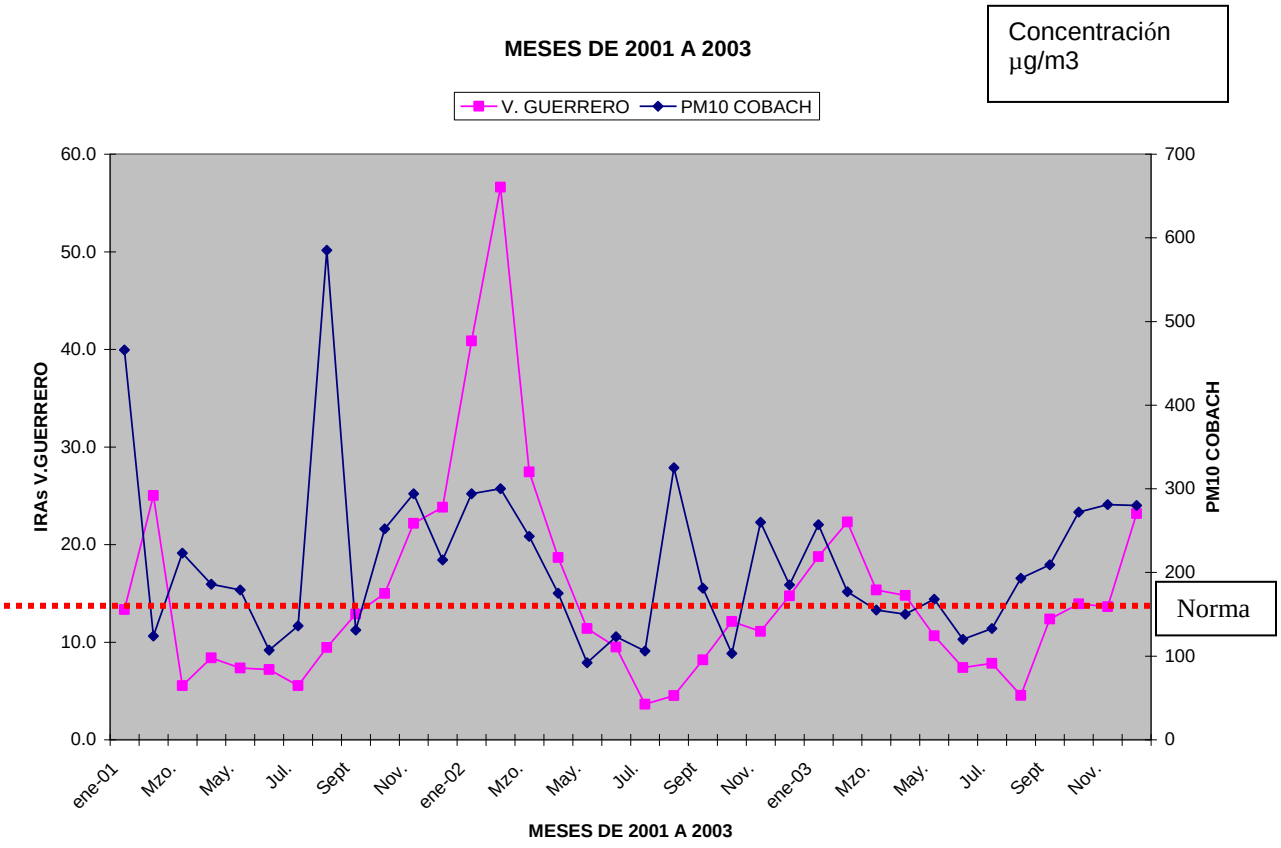


Fuente: Información de California Air Resourses Board (CARB)
IRAs elaboración propia

Figura 14. Monóxido de carbono en la estación de monitoreo COBACH e IRAs y norma.

En relación al PM_{10} los límites marcados por la Norma son rebasados en un 72% de estos meses en la Estación de Monitoreo COBACH y en el resto de las Estaciones de Monitoreo se mantiene por debajo de estos limites, este contaminante se concentra en diferentes horarios durante el día (figura 15).

La estación de monitoreo que reporta mayores limites de PM_{10} es la progreso, en la que se marca que supera los limites de la Norma el 100% de los meses., pero esta catalogada como correspondiente a área rural.



Fuente: Información de California Air Resourses Board (CARB)
IRAs elaboración propia.

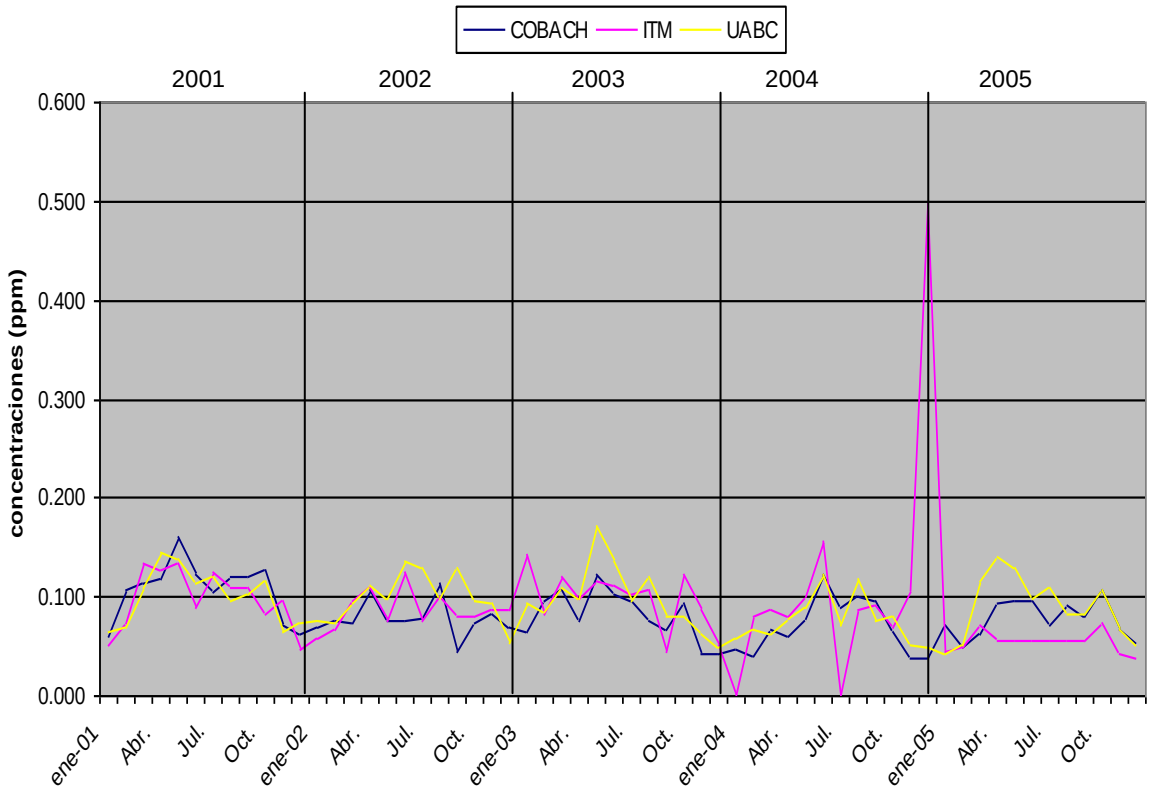
Figura 15. PM_{10} en la estación de monitoreo COBACH e IRAs y Norma.

Lo anterior muestra que en la ciudad de Mexicali B. C. los contaminantes que superan los limites aceptable para la protección de la salud de la población se presentan en diferentes zonas y en diferentes proporciones, teniendo en primer lugar en extensión de territorio al Monóxido de Carbono.

Con las cifras recabadas se llevo a cabo el siguiente análisis para observar el comportamiento de cada contaminante en las estaciones de monitoreo, encontrando los siguientes resultados:

a) Ozono.

El comportamiento del Ozono en las Estaciones de Monitoreo UABC, ITM y COBACH que es la información con que se cuenta, es mostrado en la Figura 16.



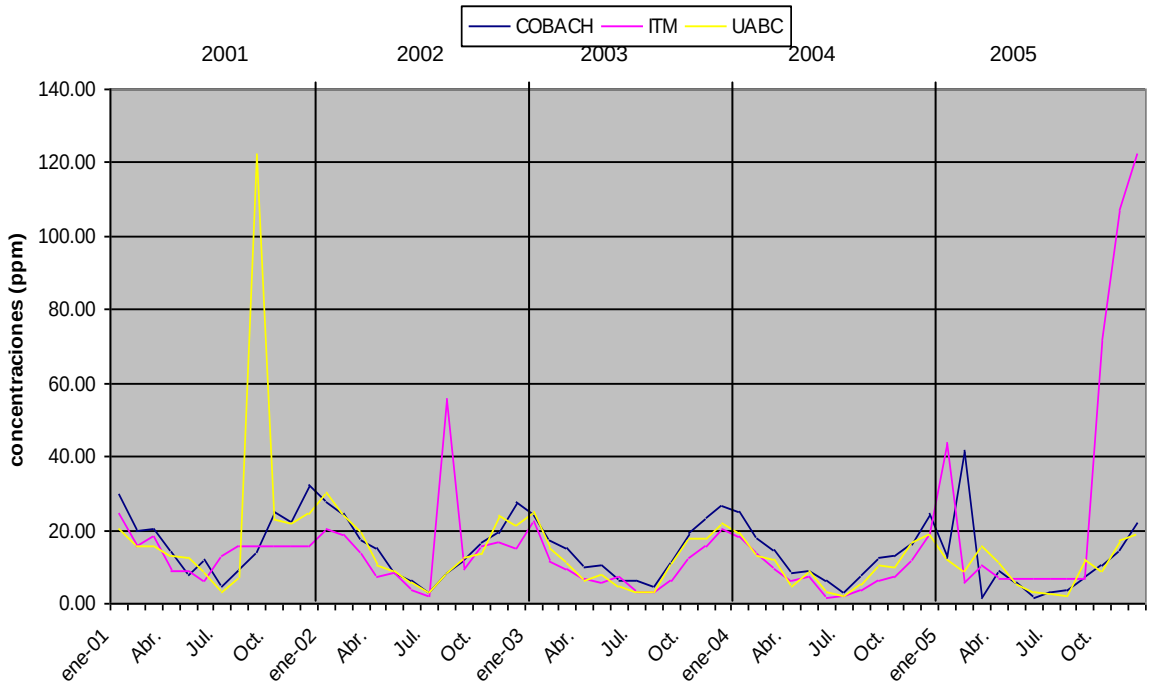
Fuente: Información de California Air Resourses Board (CARB)

Figura 16. Comportamiento ozono en las 3 estaciones de monitoreo

En la presente figura 16 se hace notar que en la estación de monitoreo UABC se tienen mediciones más elevadas en algunos meses principalmente en mayo y junio, seguidas por las de la Estación ITM un poco mas bajos y la Estación COBACH presenta con valores en la mayoría de los meses mas bajos que las dos anteriores.

b) Monóxido de Carbono

El comportamiento del Monóxido de Carbono en las Estaciones de Monitoreo UABC, ITM y COBACH que es la información con que se cuenta, se muestra en la Figura 17.



Fuente: Información de California Air Resourses Board (CARB)

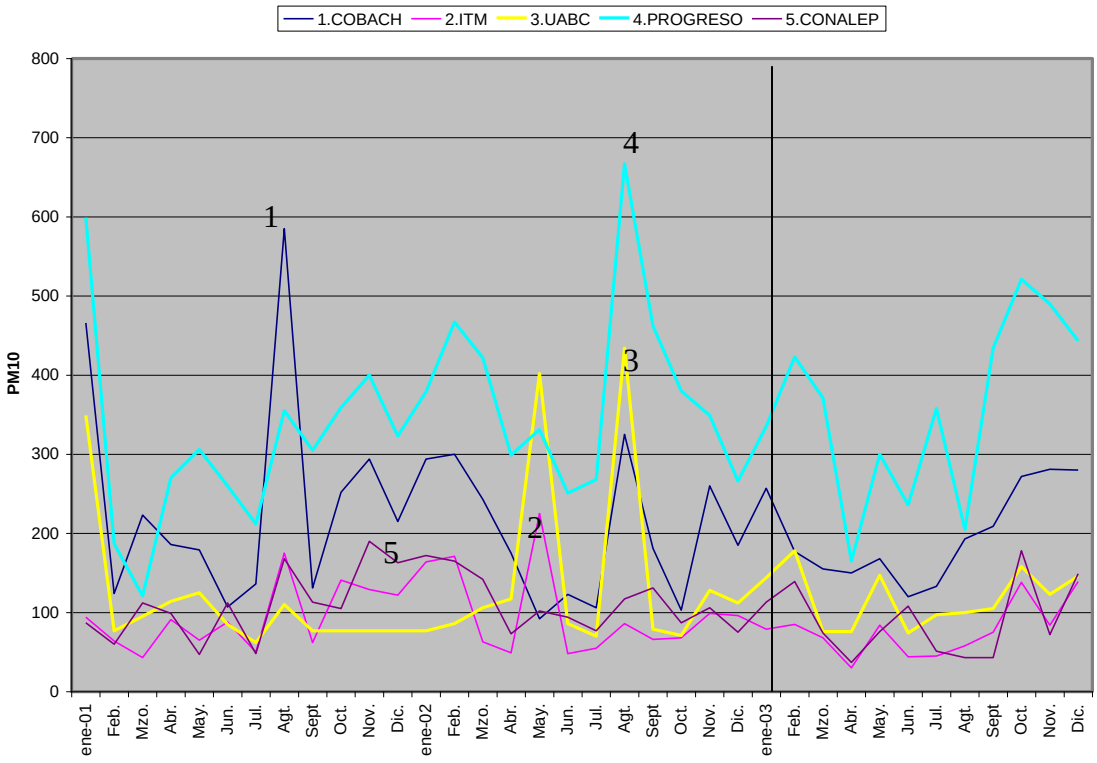
Figura 17. Mediciones de Monóxido de carbono 5 años en las Estación de Monitoreo

Los valores del monóxido de carbono se presentan mas altos en la Estación de Monitoreo COBACH, seguida por la Estación de Monitoreo UABC y mas bajos los de la Estación de Monitoreo ITM.

c) PM_{10}

Sobre el contaminante PM_{10} se cuenta con información de 5 Estaciones de Monitoreo UABC, ITM, COBACH, PROGRESO Y CONALEP pero solo de los años 2001, 2002 y 2003.

El comportamiento del PM_{10} se muestra en la Figura 18.



Fuente: California Air Resourses Borrad (CARB)

Figura 18. Comportamiento de PM_{10} en 5 Estaciones de Monitoreo 2001-2003

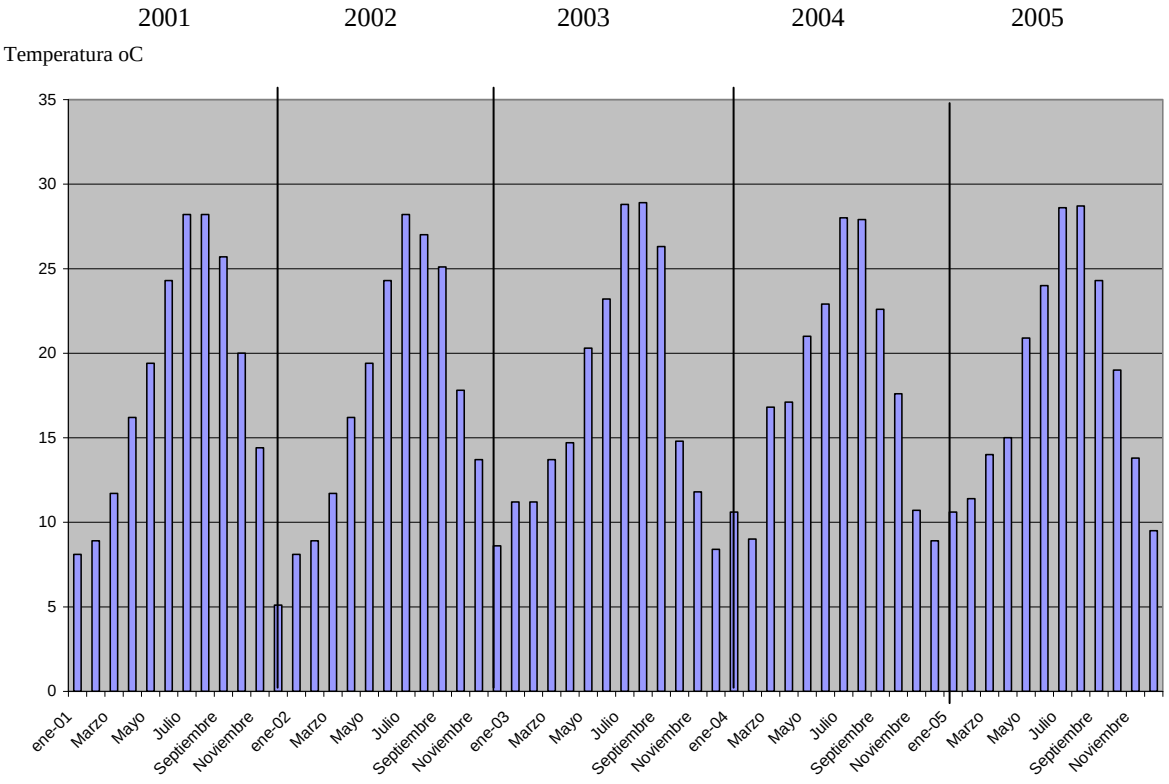
En esta figura sobresale la medición de la Estación de Monitoreo PROGRESO seguida de COBACH y en algunos puntos UABC.

IV.3 Temperatura y humedad.

a) Temperatura

El comportamiento de la temperatura sigue el mismo patrón de 2001 a 2005, los meses de enero febrero, marzo, noviembre y diciembre la temperatura baja y en la mitad del año siempre es alta en los 5 años, las cifras se muestran en la Figura 19 se presenta el

comportamiento de la Temperatura que es medido en grados centígrados, tomando el promedio mínimo de cada mes.



Fuente: Laboratorio de Meteorología, Instituto de Ingeniería de la UABC (2001-2005)

Figura 19. **Temperatura mínima promedio Mexicali, B. C. 2001-2005**

El comportamiento de los 5 años se aprecia semejante en temperatura, más baja los primeros y últimos meses del año y más alta en los meses de julio y agosto.

En la figura 20 se muestra la comparación de la temperatura y las tasas de IRAs y durante los meses de 2001 a 2005 en el Centro de Salud Compuertas que es uno de los que presentan cifras mas altas. Se observa en este periodo como en los meses que la temperatura baja las tasas de IRAs de elevan.

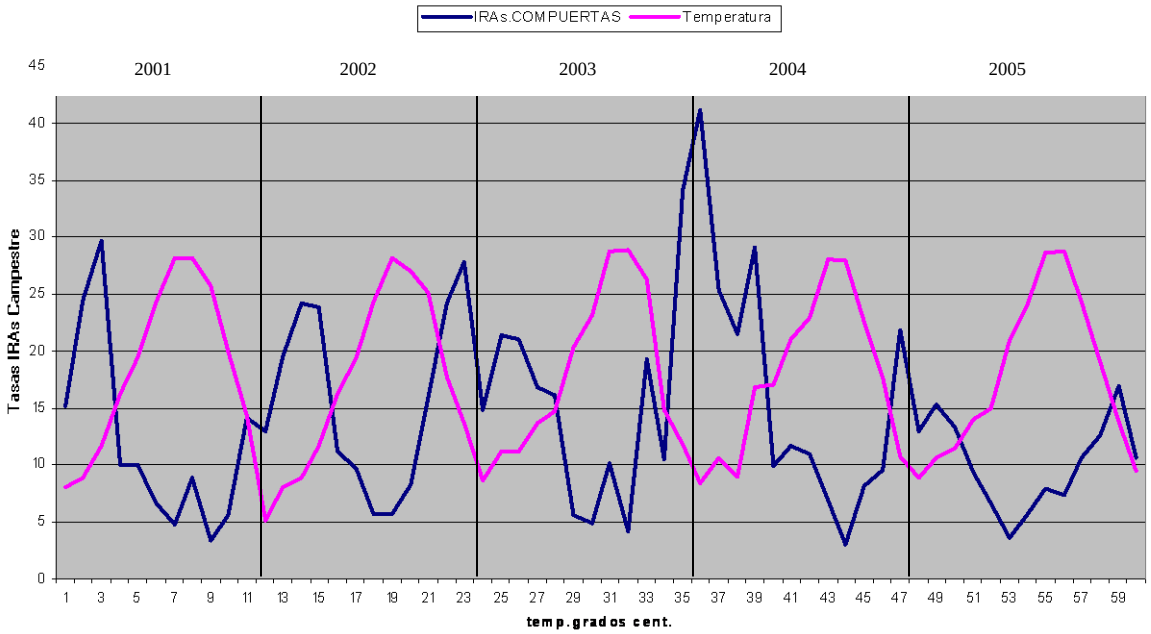
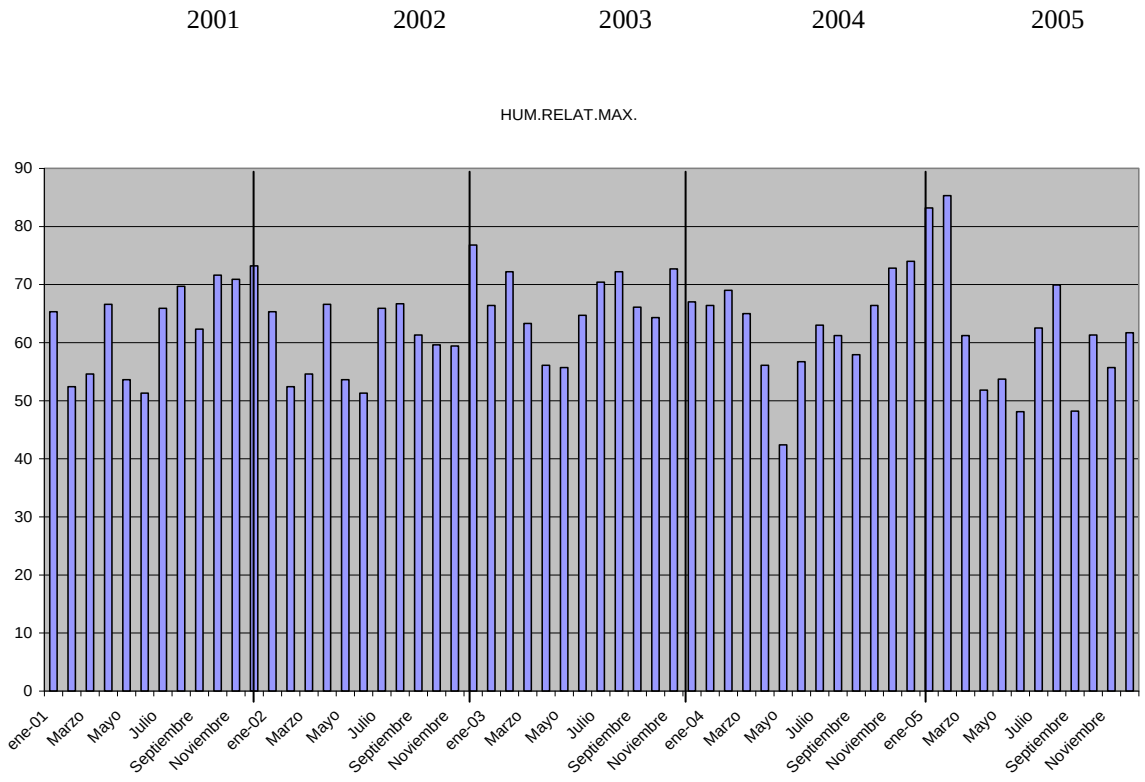


Figura 20. Temperatura y tasas de IRAs en el centro de salud compuertas 2001 a 2005

b) Humedad relativa.

En la humedad se tomó para el presente estudio el valor relativo máximo, pues es la que se consideraba que podría tener mayor relación con las Infecciones Respiratorias Agudas en la ciudad de Mexicali, se muestra en la Figura 21 el comportamiento de la humedad relativa máximo promedio mensual.

El comportamiento de la humedad relativa no tiene un patrón definido durante el año, solo en los meses de enero y febrero de 2005 se tiene un valor alto de humedad relativa.



Fuente: Laboratorio de Meteorología, Instituto de Ingeniería de la UABC (2001-2005)

Figura 21. Humedad relativa máxima de Mexicali, B. C.2001-2005

En la figura 22 se presenta el comportamiento de la humedad en los años de 2001 a 2005 comparándolo con las tasas de IRAs del centro de salud compuertas que es el que presentó tasas mas altas, observando que no existe relación entre la elevación o disminución de la humedad y las IRAs.

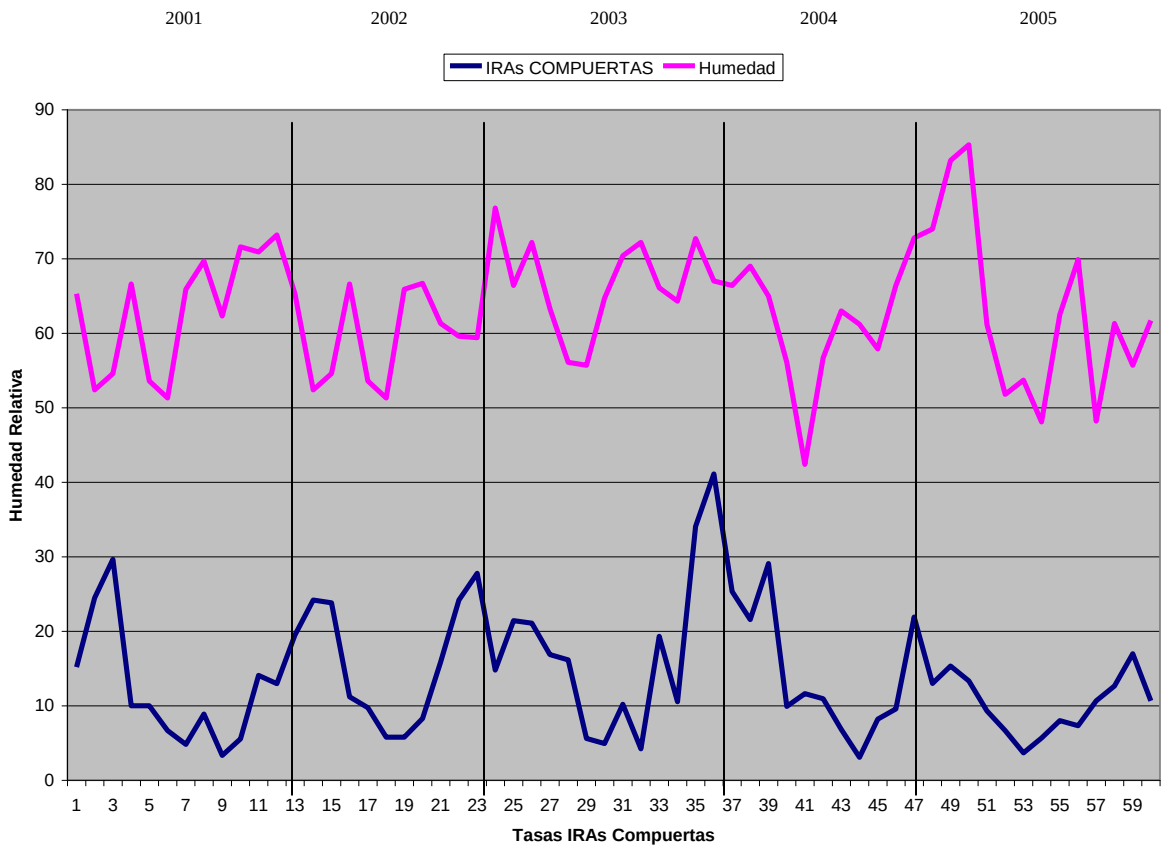


Figura 22. Humedad relativa y tasas de IRAs en el centro de salud compuertas

IV.6 Análisis Estadístico de la información.

En el análisis estadístico de la información recabada en la ciudad de Mexicali en el período de 2001 a 2005 sobre IRAs y las variables ambientales, de los contaminantes: ozono y monóxido de carbono de las estaciones de monitoreo UABC, ITM y COBACH se obtiene la información concentrada en las siguientes paginas. De 2001 a 2003 del contaminante PM_{10} de las estaciones de monitoreo UABC, ITM, COBACH, PROGRESO y CONALEP, se presentan los resultados a continuación.

Esta información se procesó con el Programa STATISTICS 7 con el que se realizó un análisis de Regresión Lineal Simple para estudiar en forma independiente la relación existente entre cada uno de los contaminantes, las condiciones climáticas de temperatura y humedad como variables predictoras y la tasa de morbilidad por IRA´s en cada centro de salud registradas como variable de respuesta. Se trabajó esta información con el modelo estadístico de regresión lineal simple que permitió explicar cuantitativamente la relación que existe entre la morbilidad de la población por Infecciones Respiratorias Agudas, contaminantes y variables atmosféricas por separado, para cada uno de los centros de salud y las colonias que dependen de ellos en la ciudad de Mexicali.

El resultado de este análisis estadístico señala los coeficientes de determinación o sea el porcentaje de las IRA´s que se explica por los contaminante ozono, monóxido de carbono, PM_{10} y las condiciones atmosféricas temperatura y humedad, mostrados en la Tabla 27.

Tabla 27. Coeficientes de determinación variables Mexicali 2001-2005 y 2001-2003

CENTRO DE SALUD	O3 2001-2005	CO 2001-2005	PM10 2001-2003	TEMP 2001-2005	HUM REL 2001-2005
INDUSTRIAL	.24*	.19*	**.03**	.57*	**.01**
PRO-HOGAR	.36*	.15*	**.06**	.51*	**.05**
HIDALGO	.27*	.34*	**.04**	.52*	**.01**
GLEZ. ORTEGA	**.03**	**.01**	**.07**	.57*	**.04**
COMPUERTAS	**.01**	**.04**	**.01**	.39*	**.04**
L. CARDENAS.	**.003**	**.02**	**.08**	.28*	**.10**
GUAJARDO	**.07**	.47*	**.009**	.43*	**.07**
MEXICALI	**.005**	.19*	**.01**	.29*	**.01**
ORIZABA	**.023**	.42*	**.001**	.51*	**.04**
V. GUERRERO	**.011**	.27*	**.007**	.26*	**.003**
CAMPESTRE	-	-	.20*	.35*	**.009**
EL CIPRES	-	-	.27*	.27*	**.003**
FLORES MAGON	-	-	**-**	.22*	**.005**

Fuente: Elaboración propia.
*Cifras mayores.

- No Registros.

Este análisis muestra lo siguiente:

a) El coeficiente de determinación o la relación de los casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) con los niveles del ozono en la estación de monitoreo UABC en el centro de salud Pro-Hogar ubicado en la zona centro de la ciudad, presenta un coeficiente de determinación de 0.36 o sea que explica el 36% de las IRAs, seguido por los otros 2 centros de salud que corresponden a la misma estación de monitoreo UABC, el Hidalgo e Industrial explicando el 27% y 24% respectivamente.

En los demás centros de salud la relación de las IRAs con el ozono muestran coeficientes de determinación muy bajos o sea tienen poca relación. El coeficiente de correlación en estas tres estaciones de monitoreo es negativo o sea que las IRAs tienen una relación inversa con el ozono. Los tres con una p muy pequeña indicando una linealidad en el modelo.

b) En el caso del monóxido de carbono, en la estación de monitoreo COBACH en el oeste de la ciudad se presentan cifras altas en el coeficiente de determinación entre este contaminante y las IRAs. Los centros de salud que explican en mayores porcentajes las IRAs son el centro de salud Guajardo en donde se explica un 47% de las IRAs y los restantes son el Orizaba explicando el 42% de la IRAs, el Vicente Guerrero explicado el 27% y el Mexicali el más bajo un 19%. También en la Estación de Monitoreo UABC este contaminante muestra coeficientes de determinación elevados de 0.34, explicando el 34% de las IRAs en el centro de salud Hidalgo, el centro de salud Industrial explicando el 19% de las IRAs y el Pro-Hogar el 15%.

En estos tres centros de salud las IRAs con monóxido de carbono tienen un coeficiente de determinación positivo o sea es una relación directa. En los tres casos, con una p muy pequeña, indicando una linealidad en el modelo.

c) En relación al PM_{10}, de la información disponible de 2001 a 2003 presenta en el centro de salud El Ciprés contigua a la estación de monitoreo CONALEP un coeficiente de determinación es 0.27 o sea que se explica un 27% de las IRAs por este contaminante y el centro de salud Campestre también contigua a la estación de monitoreo CONALEP el PM_{10} explica el 20% de las IRAs. Y en la estación de monitoreo COBACH que rebasa la norma el

72% de los meses en estos 3 años, mientras los centros de salud Guajardo, Mexicali, Orizaba y V. Guerrero presentan coeficientes de determinación bajos de 0.009 a 0.01

En el noreste de la ciudad en donde se encuentra ubicada el centro de salud Flores Magon, presenta en forma constante tasas de IRAs entre 100 y 200, pero no se cuenta con información de ningún contaminante.

En la Figura 23 se muestra las zonas de la ciudad en que se concentran estos 3 contaminantes, con base en lo meses que rebasaron las normas en estos 3 o 5 años.

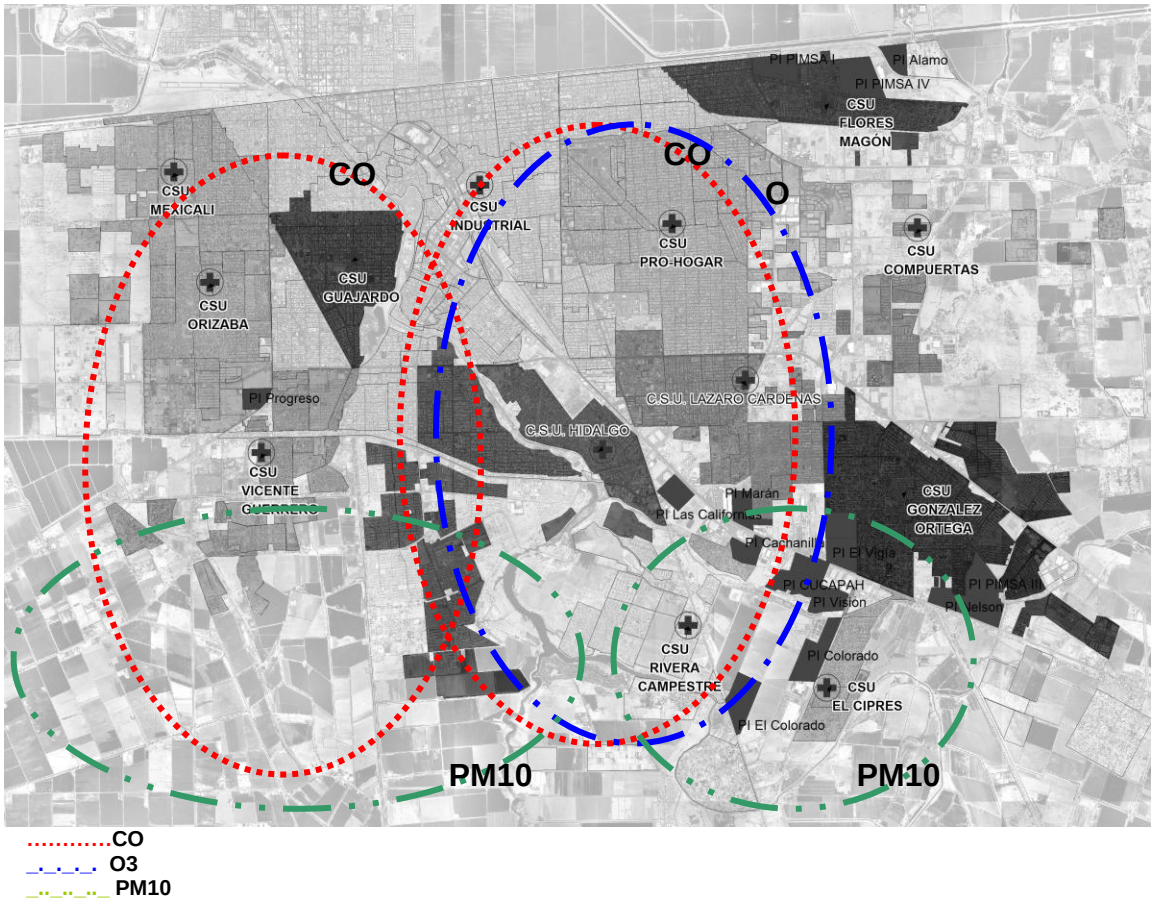


Figura 23. Zonas urbanas de Mexicali con contaminantes máximos 2001-2005

d) A diferencia de lo anterior, todos los centros de salud muestran una relación importante de las IRAs con la temperatura. En la mayor parte de los centros de salud la temperatura se tiene un coeficiente de determinación entre 0.22 y 0.57, esto es que la temperatura explica como mínimo un 22% de las IRAs y un máximo de 57% en todos los centros de salud. Esta variable muestra un coeficiente de correlación con signo negativo o sea una relación inversa y con una p muy pequeña, indicando una linealidad en el modelo.

e) Con relación a la humedad relativa, en todos los centros de salud se muestra un coeficientes de determinación que van de un 0.009 a un 0.01, una explicación baja de las IRAs.

En vista de los resultados anteriores se propuso un Modelo de Regresión Múltiple tomando más de una variable explicativa, esto son cada uno de los contaminantes y temperatura, variable atmosférica que mostró valores mayores. Los resultados se muestran en la tabla 28.

Tabla 28. IRAs y variables Mexicali 2001 a 2003 o 2005

CENTRO DE SALUD	O3 Y TEMP. 2001-2005	CO Y TEMP. 2001-2005	PM10 Y TEMP. 2001-2003
INDUSTRIAL	.58*	.57*	.62*
PRO-HOGAR	.58*	.51*	.52*
HIDALGO	.55*	.58*	.69*
GLEZ. ORTEGA	.57*	.58*	.56*
COMPUERTAS	.39*	.39*	.44*
L. CARDENAS.	.28*	.29*	.62*
GUAJARDO	.45*	.52*	.57*
MEXICALI	.35*	.30*	.57*
ORIZABA	.52*	.53*	.61*
V. GUERRERO	.28*	.30*	.42*
CAMPESTRE	-	-	.61*
EL CIPRES	-	-	.47*
FLORES MAGON	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.
*cifras mayores.
. No registros

f) En todos los centros de salud el coeficiente de determinación se elevo considerablemente al analizar los 3 contaminantes junto con la temperatura, van de un 0.28 hasta un 0.69, valores mostrados en la tabla 28.

Al final se mostrará la función que explica cuantitativamente la respuesta que presenta la variable dependiente o sea las IRAs dada la combinación de los contaminantes y condiciones del medio o variables independientes o predictoras. Se presenta como ejemplo solo para este centro de salud la función que explica la cantidad de IRAs en el centro de salud Hidalgo, por ser el que presenta el coeficiente de determinación mayor, que es 0.68 o 68% de las IRA´s con los 3 contaminantes y las condiciones del ambiente temperatura y humedad relativa de 2001 a 2003, la ecuación resultante de este modelo seria la siguiente:

IRA´s C.S.Hidalgo=30.5-70.2*O_3(UABC)+0.03*CO(UABC)-0.0001*PM_{10}(UABC)-0.42 *temp-0.11*Hr.

En un estudio de correlación, se trabajo la información disponible de pavimentación del año 2004 y marginación del año 2001, por considerarse dos variables que pudieran tener relación con las IRAs en la ciudad de Mexicali, este análisis se presenta en los anexos III y IV.

Sobre la pavimentación con información solo del año 2004 se obtuvieron los siguientes resultados (desglosados en el anexo III). En un análisis de correlación de estas cifras la variable que ocupa el primer lugar fue el monóxido de carbono con un coeficiente de correlación de 0.920 en el centro y oeste de la ciudad, seguido por la temperatura con una correlación de 0.855, después el ozono con una correlación de 0.853, seguido por la humedad relativa con 0.787 y al final la pavimentación con una correlación de 0.719, todos estos valores altos con una confiabilidad del 99% y una significancia estadística de .01.

Sobre marginación, con información solo del año 2001, se obtuvieron los siguientes resultados desglosados en el anexo IV. La variable que ocupa el primer lugar en el análisis de correlación fue el ozono con un coeficiente de correlación de 0.799, seguido por el monóxido de carbono con una correlación de 0.793, seguido por la temperatura con un coeficiente de correlación de 0.783, valores con una significancia estadística de .01 y una confiabilidad de

un 99%. Al final la marginación con un coeficiente de correlación de 0.654 este con una confiabilidad del 95%

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.

El resultado del presente estudio arrojó cifras que muestran que el monóxido de carbono (CO) contribuyó con cifras mayores a la incidencia de morbilidad por IRAs en la ciudad de Mexicali en el período de 2001 a 2005, en las estaciones de monitoreo COBACH y UABC, pues en un análisis de regresión lineal simple este contaminante mostró coeficientes de determinación más altos que el ozono y el PM_{10} así como en un territorio más extenso, en el oeste y en el centro de la ciudad. Este contaminante en estos 5 años rebasó los límites marcados por la norma 51% de los meses por lo menos en un día en estas dos estaciones de monitoreo y 43% de los meses por lo menos en un día en la estación ITM, o sea que esta población estuvo en contacto con valores de monóxido de carbono por encima de los limites de la norma contribuyendo a la morbilidad por IRAs.

Esto de acuerdo con lo que concluye en su estudio Ramírez-Sánchez (2006), quién en un análisis de correlación encontró que el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) inciden en la salud de la población infantil del área urbana de Guadalajara, Jalisco, México, de 2000 a 2002, indicando que la población esta en contacto con exposiciones fuera de norma algunas horas de ciertos días al mes, lo que influye de manera significativa en el incremento de las IRAs.

Esto en la ciudad de Mexicali podría deberse a la cantidad de vehículos en circulación que ha aumentado considerablemente en estos últimos 6 años, según el H. Ayuntamiento de Mexicali (2006), de 181,300 unidades 1 por cada 3 habitantes en 1998, se incremento a 320,000 en 2004, esto es 1 por cada 2 habitantes, un incremento de un 57% en este período de 6 años. Considerando además que según el Programa de mejora de la calidad del aire en Mexicali 2000-2005, en 1996 el 95% de la flota vehicular en Mexicali eran modelos 1990 y anteriores.

También según los AFOROS registrados por el H. Ayuntamiento de Mexicali, que informa que en 2004 existieron vías y cruceros en donde transitaron en un día más de 56,000

automóviles. Sumado a esto, la Garita Internacional reportó que en el año 1996 cruzaron la línea fronteriza un total de 6,989,639 vehículos, unidades que permanecen haciendo fila generalmente mas de 1 hora, y al aumentar anualmente el parque vehicular, esta cifra seguramente se incrementó, con una alta emisión de contaminantes por la cantidad de horas motor al año.

Esto con los vehículos, pero una actividad productiva que incrementa en Mexicali los niveles de monóxido de carbono según Moncada (2006), son las quemas de residuos agrícolas del Valle de Mexicali, en donde se quemó el 85% de los residuos de trigo según información de agricultores y técnicos de los campos, generando en 2003 13,870,490 kg de monóxido de carbono y en 2004 20,181,295 kg, siendo este el contaminante que mostró cifras mayores. En Estados Unidos en el Valle Imperial la quema se llevó a cabo en los meses fríos de enero y febrero cuando el aire tiene dirección noreste-suroeste afectando la calidad del aire de Mexicali y en verano afecta a EU las quemas de Mexicali.

Otra actividad productiva es la industria, según los estudios de Nieblas (2006), quien concluye que las industrias también son responsables de la acumulación de contaminantes en la ciudad de Mexicali, ya que actualmente se cuenta con unidades de diversos giros en la zona oeste de la ciudad, industrias que emiten este contaminante, como una planta de asfalto y en especial las plantas generadoras de electricidad, un sector que tiene grandes repercusiones generando monóxido de carbono (CO), oxido de nitrógeno (NOx) y partículas suspendidas (PM_{10}), afectando la salud de la población.

En relación al ozono, en el presente estudio en Mexicali el resultado del análisis de regresión mostró cifras bajas al relacionarlo con las IRAs, solo en la estación de monitoreo UABC del centro de la ciudad las cifras son altas, pero negativas con una relación inversa, en las otras dos estaciones de monitoreo los coeficientes de determinación son muy bajos. Contrario a lo mencionado por Brunekeef (2002) y Hajat (2002) que encontraron en sus estudios alta relación del ozono y otros contaminantes con las IRAs. Así como con el resultado de Hernández-Cadena (2007), quien utilizando modelo aditivo generalizado, asumiendo una

distribución de Poisson, menciona como resultado que las concentraciones de ozono se asocian significativamente con IRAs, pero no las de PM_{10} en niños de 5 años y menores.

En Mexicali aunque el ozono rebasa los limites marcados por la norma el 31% de los meses en estos 5 años, no contribuye su relación con las IRAs, ya que el resultado del presente estudio muestra que tiene baja relación con las IRAs, aunque tal vez si con otros padecimiento pulmonares.

En relación al PM_{10}, se cuenta con los resultados de los estudios hechos por Romero-Placeres (2004) de Cuba y de Reyna (2003) con información de 1997 a 2000 utilizando coeficientes de correlación y regresión de Poisson de Mexicali, en los que encuentra relación del PM_{10} con las IRAs. Diferente al resultado en este estudio con información también en la ciudad de Mexicali pero en diferentes años de 2001 a 2003, en el que con análisis de regresión se obtuvieron coeficientes de determinación bajos, indicando que se tiene poca relación del PM_{10} con las IRAs en toda la ciudad, esto pudiera deberse a los cambios que en los últimos años se han presentado en la ciudad de Mexicali, como los programas de pavimentación de la ciudad.

Lo anterior también apoyado con los resultados de Hernández-Cadena (2007) quien encontró como resultado de su estudio, que no había relación de PM_{10} con IRAs.

Sobre la relación de las condiciones climáticas de temperaturas y humedad relativa con la incidencia de IRAs de 2001 a 2005, se puede mencionar que en Mexicali en este estudio resultó en el modelo de regresión lineal simple alta relación con la temperatura, pero baja con la humedad relativa. Barrios (2004) concluye en sus estudios una alta relación de la temperatura ya que la distribución de consultas resulto mayor en invierno. También Reyna (2003) menciona en su estudio hechos en la ciudad de Mexicali, como resultado en graficas de dispersión y los coeficientes de correlación, encontró alta relación de la temperatura con IRAs pero baja con la humedad relativa. Su resultado esta de acuerdo con este estudio, lo que puede deberse a que en esta ciudad de Mexicali el clima es seco, en otras regiones con altos niveles de humedad puede afectar mas los problemas pulmonares.

Tomando en consideración un análisis de correlación mostrado en el anexo IV sobre marginación de la población de la ciudad de Mexicali en 2001, el resultado del análisis de todas las variables junto con indicadores de marginación, muestra en esta un valor de 0.654 que es un valor considerablemente alto, mas bajo que el ozono, monóxido de carbono y temperatura, pero llama la atención visualizar que las colonias con mayor porcentaje de población con niveles de marginación muy alta y alta, son compuertas con 49% de población y campestre con 29% de población, Vicente Guerrero con 26 % son las colonias con tasas de IRAs mas altas de mas de 200 entre 100 y 200.

Esto indica que el nivel alto o muy alto de marginación de la población (no contar con agua entubada, no drenaje, piso de tierra, hacinamiento, ingresos bajos, bajo nivel de educación) es una variable importante a tomar en cuenta haciendo que la persona sea susceptible a desarrollar alguna infección respiratoria aguda (IRAs) al estar en contacto con algún virus o bacteria del medio

Es importante hacer notar que para una investigación futura seria benéfico incluir estadísticas de salud de instituciones públicas y privadas, de áreas urbanas y rurales, además de algunas otras variables como otros contaminantes, dirección y velocidad del viento y la temperatura.

El proceso de desarrollo acelerado de la ciudad de Mexicali que en la actualidad es considerada la tercera ciudad mas contaminada de México según Reyna (2003), lleva a la ciudad a un problema creciente de contaminación del aire que va en aumento, asociado con sus principales actividades productivas, derivadas de la actividad agrícola y el uso de sustancias químicas vertidas al aire para elevar la productividad en el campo, la quema de cultivos, la instalación de industrias de diferentes giros, la cantidad de vehículos en circulación y la cantidad de población que aumenta día a día que para cubrir sus necesidades requiere de la utilización de recursos.

Es necesario para este tipo de estudios contar con información completa de las industrias y su ubicación en la ciudad, información que no fue posible conseguir completa con las autoridades responsables PROFEPA y SEDECO, información como número de industrias, ubicación, giro, tipo y cantidad de producción, substancias que utilizan en sus procesos, tipo y cantidad de residuos que generan tanto al aire, agua y suelo, destino de estos residuos y medidas de control que utilizan de los contaminantes que emiten al aire, agua y suelo.

El presente trabajo da seguimiento a estudios hecho con anterioridad en la ciudad de Mexicali, B. C., aportando información sobre la forma en que contribuyen algunos contaminantes y variables climáticas como: temperatura y humedad con la morbilidad por IRAs en la ciudad, quedando pendiente el control de fuentes de generación de estos contaminantes, el monitoreo de otros contaminantes que afectan la salud, otras variables como velocidad y dirección del viento, estudio de la población por grupo de edades, para lograr aportar información que contribuya a reducir la tasa de IRAs y la incidencia de morbilidad y mortalidad de otros padecimientos por causas controlables.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES.

De los resultados encontrados en el análisis y discusión del presente estudio: Las infecciones respiratorias agudas y su relación con algunos contaminantes del aire y elementos climáticos en el caso de la ciudad de Mexicali, B. C. se obtienen las siguientes conclusiones, cumpliendo el objetivo general, los objetivos específicos y como respuesta a la hipótesis planteada al inicio de este estudio:

1.- El monóxido de carbono es el contaminante que mayormente contribuyó en la incidencia de morbilidad por Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en la ciudad de Mexicali de 2001 a 2005.

2.- La temperatura ambiente en la ciudad de Mexicali de 2001 a 2005 contribuyó significativamente en la incidencia de morbilidad por Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en la ciudad de Mexicali de 2001 a 2005.

3.- Contrario a los que algunos autores concluyen en sus estudios, los resultados del presente trabajo manifiestan que no se encontró evidencia de que el ozono contribuyera a la morbilidad por IRAs en la ciudad de Mexicali de 2001 a 2005, solo en el centro de la ciudad.

4.- También contrario a los que algunos autores concluyen en sus estudios, en el presente trabajo no se encontró evidencia de que el PM_{10} tenga relación con las infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Mexicali de 2001 a 2003.

5.-En relación a la humedad relativa del ambiente no se encontró relación con las IRAs en la ciudad de Mexicali de 2001 a 2005.

En resumen se puede mencionar que la temperatura y el monóxido de carbono contribuyeron mayormente a la incidencia de morbilidad por IRAs en la ciudad de Mexicali de 2001 a 2005, pero los tres contaminantes estudiados al presentar alta concentración en diferentes áreas de la ciudad, afectan la salud respiratoria de la población, tal vez no con IRAs pero si con otros padecimientos como asma y EPOC.

Complementando lo anterior se hizo un análisis de correlación de los contaminantes ozono, monóxido de carbono, PM_{10} y las variables climáticas de temperatura y humedad, con otras

variables que se considera tienen relación con la incidencia en IRAs, estas son pavimentación solo del año 2004 y marginación en 2001 y se obtuvieron los siguientes resultados:
En el análisis de correlación (anexo III) de estas mismas variables y la pavimentación, se tiene en el año 2004 que presentaba mayor correlación con el monóxido de carbono relacionándolo con las IRAs seguido por la temperatura, el ozono, la humedad y la pavimentación, pero con una correlación de 0.719 que se puede considerar muy alta.

A diferencia del análisis de estas mismas variables y marginación del año 2001(anexo IV), se presenta con mayor valor el ozono seguido por el monóxido de carbono y la temperatura, esto nos indica los cambios que ha habido en la ciudad de 2001 a 2004, tal vez con el incremento de industrias, vehículos en circulación o alguna otra fuente de contaminantes del aire. También llama la atención que los centros de salud con mayor población con niveles muy altos y altos de marginación son los que presentan las mayores tasas de IRAs ya que se puede pensar son las mas susceptibles a desarrollar infecciones por el medio insalubre en que viven.

Mexicali es una ciudad que por su posición geográfica como vecinos de Estados Unidos tiene alta probabilidad de crecimiento como ciudad industrial, lo que aunado al crecimiento demográfico y las demandas energéticas para la operación del equipamiento, infraestructura, uso habitacional y movilidad de bienes y servicios, vislumbran perspectivas de aumento de contaminación del aire, que de no tomarse las medidas necesarias, deteriorarán las condiciones de salud de la población y el ecosistema en el futuro.

Para contribuir a lo anterior es necesario trabajar para un futuro mejor, por lo que se sugieren las siguientes acciones:

1. Crear un programa de cuidado del medio ambiente y darle seguimiento hasta alcanzar sus metas, que no se trate de un programa correspondiente a un periodo de gobierno.
2. Trabajar con los tres niveles de gobierno Federal, Estatal y Municipal.

3. Hacer cumplir las Leyes y Reglamentos existentes e identificar y crear las no existentes pero necesarias.
4. Crear conciencia en la población de la gravedad del problema, de la forma en que se ve afectado y de la necesidad de su participación.
5. Contar con una total cobertura de estaciones de monitoreo del aire en diferentes puntos de la ciudad, tanto en áreas urbanas como rurales.
6. Monitoreo en las estaciones de monitoreo de mayor cantidad de contaminantes y otras variables como condiciones climáticas, velocidad y dirección del viento.
7. Incluir otras variables como marginación de la población y salud.
8. Incluir en la medición de contaminantes a localidades circunvecinas que pudieran estar afectando, como ciudades del mismo estado de Baja California, Sonora y estados cercanos, así como del vecino país.
9. Crear un programa de educación para la población en el cuidado del medio ambiente.
10. Crear un programa de educación de la población en el cuidado de su salud y la forma como algunos contaminantes pueden afectarlo.
11. Contar con un programa de radio o TV que transmitan estas mediciones, para que la población tenga conocimiento de esta información y sepa como contribuir en el control y que acciones tomar en el cuidado de su salud.
12. Lograr la autorización de inversiones públicas y privadas para incentivar la generación de energía renovable, menos dañinas para el medio ambiente.
13. Mejoramiento y mayor cobertura de la atención de salud.
14. Continuar con programas de investigación para detectar las fuentes que generan contaminantes del aire, suelo y agua y afectan la salud de la población.
15. El gobierno debe trabajar en la reducción de las fuentes de contaminación detectadas, como control de la industria, continuar trabajando con la falta de pavimentación, control con medidas preventivas con el tráfico vehicular, reglamentación al campo en el uso de

químicos dañinos, quemas de cultivos y trabajar reduciendo la marginación de la población.

El presente trabajo muestra que el abatimiento de los problemas de salud tiene que trabajarse en diferentes flancos, es la forma como se lograría reducir las tasas de morbilidad de diferentes enfermedades que aquejan a la humanidad, relacionadas con la contaminación del aire, el agua y la tierra.

REFERENCIAS

Alonso J, Aprendizaje tecnológico en las maquiladoras del norte de México, 2002; Vol.14,No.27

Anderson E. Maquiladoras fronterizas e interpretaciones de investigación: Un simposio Internacional, Frontera Norte:1990; Vol.2 No.3

Andrade M, Ramírez M. Los contaminantes atmosféricos y su correlación con los casos de infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en niños menores de 5 años del área urbana de Guadalajara, Jalisco del 2000 al 2002, Salud Publica de México 2006;48(5):385-394.

Arribas-Monzón F, Rabanaque M, Martos M, Abad J, Alcalá-Nalvaiz T, Navarro-Felipe M. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad diaria en la ciudad de Zaragoza, España, 1991-1995,Salud Pública de México 2001; 43(4):289-297.

Ballester F, Iñiguez C, Sáez M, Pérez-Hoyos S, Daponte A, Ordóñes J. et al. Relación a corto plazo de la contaminación atmosférica y la mortalidad en 13 ciudades españolas, Med Clin (Barc) 2003;121(18):684 689.

Barrios C, Peña-Cortez F, Osses S. Effects for particles material atmospheric pollution on acute respiratory diseases in under 5 years of age, Ciencia y Enfermería, 2004;10(2):21-29.

Boezen,H, Vonk J, van der Zee S, Gerritzan,J., Brunekreel B, Schouten J. et al. Susceptibility to air pollution in elderly males and females, European Respiratory Journal 2005;25(6):1018-1024.

Brauer M, Hoek G, Van Vliet P, Meliefste K, Fischer P, Wijga A,et al, Air Pollution from Traffic and the Development of Respiratory Infections and Asmathic and Allergic Symptoms in Childrens, Respir Crit Med 2002:166;1092-1098

Brunekreef H,Verhoeff A,Wijnen J,Fischer P., Daily mortality and air pollution in the Netherland, Journal of Air & Waste Managment Association 2000;50(8):1380-9.

Canales A., Industrialización, Urbanización y Crecimiento Demográfico en la Frontera, Borderlines: 1999;7(7)

Carrillo H., La localización industrial en las regiones de Tlaxcala en, Factores y Perspectivas, Universidad de las Américas, Puebla, III Congreso Internacional de Ordenación del Territorio, Universidad de Guadalajara,2004.

Castro P.,Tóxicos ambientales y Salud Pública en México, Universidad de Sonora, 2001

Cherni, La globalización de la industria y la contaminación del aire urbano, EURE Santiago 2001; 21 (81):24-41

Choudhury A,Gordian M,Morris S. Associations between Respiratory Illness and PM10 Air Pollution, Archives of Environmental Health,1997;52(2):113-117.

Collins K, Quintero M, Reyna M, Yruretagoyena C. Understanding Air Pollution and Health in the Binational Airshed of the Imperial and Mexicali Valleys, Southwest Center for Environmental Research and Policy 2003:1-10

CONEPO Consejo Estatal de Población del Estado de Baja California, caracteristicas de Baja California 2005.

Dámato G, Liccardi G, Dámato M, Cazzola M, Outdoor air pollution, climatic changes and allergic bronchial asthma, Eur resp J, 2002;20:763-776

Diaz R,Efectividad de programa de Infecciones Respiratórias IRA y la incidência de niños com enfermedad respiratória, Município Zamora, Villa de Cura, Estado Aragua, 2000

Dufour, V.A. Janssen,C.R. Brits E., VanLarebeke, N., Genotoxic and mutagenic activity of environmental air samples from different rural, urban and industrial sites in Flanders,Belgium, Department os environment and toxicology, 2005;588(2):106-117

Fernández A. La contaminación del aire, como abatir este problema de salud, Ecología, 2001.

Fischlowitz-Roberts B, Air pollution fatalities now exceed traffic fatalities by 3 in1,Earth Policy Institute,2002:13.

Frenk J, La salud de la población. Hacia una nueva salud publica, Fondo de Cultura Economica, Cap III. La dinámica de la salud y la atmósfera. La Contaminación del Aire. 1997

Fu J. Assesment of vehicular pollution in China, J.Air Waste Manag.Assoc.2001;5(51): 658-668.

González P. Crecimiento industrial y riesgo urbano: El caso de Mexicali, Baja California, Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Autónoma de Baja California, 1996:9-29.

González M, Amaya A, Flores J. Fuentes de contaminación atmosférica, Rico F. Daños a la salud por contaminación atmosférica, IMSS, 2001.122-142

Hajat,S H, Anderson R, Atkinson W, Haines A. Effects of air pollution on general practitioner consultations for upper respiratory diseases in London, Occupational Environmental Medicine, 2002;59:294-299.

Hernández-Cadena L, Barraza-Villarreal A, Ramírez-Aguilar M, Moreno-Macias H, Miller P, Carbajal-Arroyo L.et al, Morbilidad Infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Cd. Juárez, Chihuahua, México, Salud Publica de México, 2007;49:27-36.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Estadísticas Ambientales: Principales estaciones principales de monitoreo de la calidad del aire y contaminantes monitoreados por entidad federativa y ciudad, INEGI 2007, consultado el 12 de julio. http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/

Instituto Nacional de Ecología, Calidad del aire (2002), Contaminantes en Mexico (2001).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Estadística Básica de Baja California, Secretaria de Desarrollo Económico, 2005.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Estadísticas Ambientales, INEGI 2007

Joachim H, Hoelscher B.,Wichmann E., Decline of Ambient Air Pollution and Respiratory Symptoms in Children,Respir Crit Care Med 2000;161: 1930-1936.

Kasper D, Braunwald E, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson J. Principles of Internal Medicine Harrison`s, de Drazen J. et al, Mc Graw-Hill, Health Professions Division, 16 th Edition. New York USA.McGraw-Hill Health Profession Division, 2006; IX:1653-1662.

Kim J., Svetlana S., Lipsett M, Singer B, Hodgson A, Ostro B,Traffic-related Air Pollution near Busy Roads, Am J Respir Crit Med, 2004;vol.170,:.520-526

Martínez H, Suriano K, Ryan G, Pelto G. Etnográfica de la infección respiratoria aguda en una zona rural del altiplano mexicano, salud publica de México, 1997; 39(3):207-216

Más-Bermejo P, Romieu I, Romero M, Tellez-Rojo M, Lacasaña M, Aguilar J. Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de La Habana, salud publica de México, 2004; 46(3):222-233

Mc Fadden Diseases of the Respiratory System En: Principles of Internal Medicine Harrison`s, Mc Graw-Hill, Health Professions Division, 14 th Edition. USA, section 2, Diseases of the respiratory system 1996; 1419-1422

Mendoza J, Especialización manufacturera y aglomeración urbana en las grandes ciudades de México, Economía, Sociedad y Territorio, 2003; vol.IV(13):95-126.

Molina E, Brown L, Prieto V, Bonet M, Cuéllar L, Crisis de asma y enfermedades respiratorias agudas. Contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas en Centro Habana, Rev Cubana Med Gen Integr 2001;17(1):10-20.

Mommsen T., La Historia de Roma, Ediciones Turner, 2003.

Moncada A., Las quemas agrícolas en los valle Imperial de California EUA y Mexicali, B. C. México, En: Contaminación y Medio Ambiente en Baja California, coordinador Quintero M. Ed.Porrua, 2006;5: 128-135

Morales R. Contaminación del aire y efectos tóxicos por partículas respirables (PM10) en el humo, de madera en comercios de alimentos San José-Costa Rica, Rev.costarric. salud pública, 2003;12(22):16-28.

Murray F., Air Pollution and health in developing countries, the context, Mc Graham G. Air Pollution and health in rapidly developing countries 2003, Earthscan (2):1-20

Naeher L, Smith K, Brauer M,Chowdury Z,et al, Critical Review of the health effects of woodsmoke, Zair Health Effect Division, Health Canada, Ottawa, 2005

Nieblas E., Planeación Ambiental del sector eléctrico en el contexto transfronterizo de California (EUA)-Baja California (México) En: Contaminación y Medio Ambiente en Baja California, coordinador Quintero M. Ed.Porrua, 2006;3:73-99

Ocaña H, Jaimes E, Colin A, García , Rico G. Contaminación atmosférica .Un enfoque global, Rico F. Daños a la Salud por Contaminación atmosférica, Universidad Autónoma del Estado de México-IMSS, 2001

Ochoa L, Rico F, Cabrera M, Ocana H, Osnaya J. Contaminación ambiental e infección respiratoria aguda, Rico F, Daños a la salud por Contaminación atmosférica IMSS 2001:316-326

Omran A. The Epidemiologic Transition, Milbank Memorial Fund Quarterly, 1971;Vol.XLIX, Part I: 509-538

OPS Organización Panamericana de la Salud, La Salud en las Ameritas 2002 Volumen 1 Ed.2002 Publicación Científica y Técnica No.587

Pedroza J.Manual de Terapeutica Medica, Instituto Nacional de Nutrición, Salvador Zubirán, McGraw-Hill México 2000

Pérez B. Efectos de la urbanización en la salud de la población, An Venez Nutr, 2003;16(2):97-104

Pope C. Air Pollution and Health-Good News and Bad, The New England Journal of Medicine 2004;11(351):1132-1134.

Principales estaciones de monitoreo de la calidad del aire y contaminantes monitoreados por entidad federativa y ciudad, INEGI, consultado el 12 de julio 2008. http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/

Programa para mejorar la calidad del aire de Mexicali 2000-2005, Gobierno del Estado de Baja California, H. Ayuntamiento de Mexicali, Secretaria de Salud, SEMARNAP, 1999.

Ramírez-Sánchez U, Andrade-Garcia M, González-Castañeda M, Celis-de la Rosa A. Contaminantes atmosféricos y su correlación con infecciones agudas de las vías respiratorias en niños de Guadalajara, Jalisco, Salud Publica Mex 2006;48(5):385-394

Reyna M,Quintero M,Collins K, Vildosola. Análisis de la relación del PM10 con las enfermedades respiratorias en la población urbana de Mexicali, B. C. : Un estudio de serie de tiempos, Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica 2003;XXIV(2):116-125

Roa J, Bermúdez M., Acero C., Neumología, Mc Graw-Hill Interamericana, Healthcare Group, Colombia, 2000.

Rodríguez R, Sánchez N. Infecciones Respiratorias Agudas: aspectos clínicos y epidemiológicos, 2000;5(7):1-10.

Romero-Placeres M,Mas-Bermejo P, Lacasaña-Navarro M, Rojo-Solís M, Aguilar-Valdez J. Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de La Habana, Salud Publica Mex 2004; 46(3):222-233.

Romieu I., Hernandez Avila M., Air Pollution and Health in Developing of Epidemiological evidence, de Air Pollution And Health, in rapidly developing countries, 2001;3:49-67

Rosales-Castillo J, Torres-Meza V, Oláis.-Fernández G, Borja-Aburto V. Los efectos agudos del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos, Salud Publica Méx. 2001;43(6):544-555.

Samet J, Dominici F, Curriero F, Coursac I, Zeger S. Fine Particulate Air Pollution and Mortality in 20 U.S.Cities, 1987-1994, The New England Journal of Medicine 2000;24(343):1742-1749.

San Martín H. Salud y Enfermedad, La Prensa Medica Mexicana, S.A. de C.V. 1988 5(II):53-92

Secretaria de Desarrollo Económico, Estadística Básica de Baja California ,2005

Sinclair H, Tolsma D. Associations old Lag between Air Pollution and Acute Respiratory Visits in an Ambulatory Care Setting: 25-Month Result from Aerosol Research and Inhalation Epidemiological Study, J.Air and Waste Manage Assoc. 2004;54(9):1212-1218.

Smith K, Akbar S. Health-Damaging: A matter of Scale, McGranaham G,Air Pollution and Health, in rapidly develping countries, Eathscan, 2003; 1(1):21-34

SSA-UNICEF Programa Nacional de Prevención y Control de las Infecciones Respiratorias Agudas, México 1991

Tak-Sun I, Tze W, Xiao R, Hong S, Siu Lan W, Jin L. Adverse Effects of Low-Level Air Pollution on the Respiratory Health of Schoolchildren in Hong Kong, J Occup Environ Med 2001;43(4):310-316.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), (2007) Monóxido de carbono http://es.wikipedia.org/wiki/Mon%C3%B3xido_de_carbono consultado 10/16/2007

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2004), El transporte y la calidad del aire, http://www.epa.gob/air/espano/peg/key02.html consultado 10/16/2007

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2007), Los automóviles y el Monóxido de Carbono, http://www.epa.gob/air/espano/transporte/co.html consultado 10/16/2007

Villalvazo P, Corona J, Garcia S., Urbano-rural, constante bùsqueda de fronteras conceptuales, Revista de informaciòn y anàlisis, 2002;20:17-23

Watts J., China: The air pollution capital of the world, World Report,2005;366:15

WHO World Health Organization, International Classification of Diseases (ICD) 2005.

XVIII Ayuntamiento de Mexicali, Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, Programa de desarrollo urbano de Centro de Población Mexicali 2005, versión abreviada para consulta.2005

ANEXOS.

ANEXO I.- METODOLOGIA.

Objetivo: Análisis de la morbilidad por IRAs en la población de la ciudad de Mexicali, B. C. y su relación con diferentes variables urbano ambientales.

Tabla 29. Metodología.

1.- Características Socio-demográficas de Mexicali, B. C.

	TEMA	OBJETIVO	TÉCNICA	FUENTE DE INFORMACIÓN (DOCUMENTO, REGISTRO)
	POBLACION			
.1.1	Total de Población en Mexicali, B. C. año 2000.	Conocer la cantidad de población de la ciudad de Mexicali registrada en el XII Censo 2000	Revisión Documental de información del Censo de 2000 INEGI	CONEPO INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Conteo Nacional de Población XII Censo de 2000
1.2	Total de población dependiente de los Centros de Salud urbanos	Conocer la cantidad de población dependiente de los Centros de Salud	Revisión de registros internos 2001-2005.	Jurisdicción Sanitaria No.1 Secretaría de Salud, Registros de Centros de Salud y su población por colonias.
1.3	Proyecciones de población de 2001 a 2005	Contar con la cifra de población proyectada a los años 2001-2005 para la ciudad de Mexicali y cada uno de las colonias de cada Centro de Salud	Revisión documental de proyecciones de población según el indicador de crecimiento poblacional calculados y publicados por CONEPO	CONAPO Y CONEPO Proyecciones de población por Municipio en Baja California 2005. INEGI por colonias

1.4	Cálculo de población Abierta	Conocer la cantidad de población dependiente de cada Centro de salud de 2001 a 2005	Revisión documental de población abierta por colonia en registros de la Secretaría de Salud	Jurisdicción Sanitaria No.1 Secretaría de Salud Registros de Centros de Salud y su población por colonias 2001-2005.

2.- Características de salud de la población de Mexicali, B. C.

	TEMA	OBJETIVO	TECNICA	FUENTE DE INFORMACIÓN
	SALUD			
2.1	Incidencia de morbilidad de IRA`s en Mexicali, B. C. por Centro de Salud y por meses del año según registros de la SSA 2001 a 2005	Conocer la cantidad de casos de primera vez de Infecciones Respiratorias Agudas atendidos y registrados en cada uno de los Centros de Salud	Revisión Documental de información 2001 a 2005 de la Secretaría de Salud .	Secretaría de Salud SSA, Jurisdicción Sanitaria No.1 Departamento de Epidemiología. Revisión de hojas de registro diario de morbilidad por Centros de Salud de Secretaría de Salud de 2001 a 2005.

3. Características ambientales de Mexicali, B.C.

	TEMA	OBJETIVO	TECNICA	FUENTE DE INFORMACIÓN
	CONTAMINA-CION			
3.1	Principales Contaminantes del aire Monitoreo en Mexicali, B. C. por zonas en Estaciones de Monitoreo 2001 a 2005.	Conocer los valores de la medición de los contaminantes ambientales.	Análisis de Base de Datos de CARB, localización, revisión y concentración de las cifras máximas en los listados mensuales	California Air Resources Board (CARB), responsable de las cinco estaciones de monitoreo ambiental instaladas en distintos puntos de la ciudad de Mexicali. Reportes de CARB sobre contaminantes en proceso de monitoreo:
3.1 .1	Ozono			
3.1	Monóxido de Carbono			

.2 3.1 .3	PM10			Ozono, Monóxido de carbono y PM_{10}
	CLIMA			
3.2	Temperatura Mínima Ambiente en grados centígrados y humedad relativa máxima	Conocer las cifras de temperatura Ambiente mínima y humedad relativa máxima en los años 2001 a 2005	Revisión de Base de Datos, concentra-ción de información y separación por mes y por año.	Instituto de Ingeniería UABC Departamento de Meteorología Reporte meteorológico de UABC, 2001-2005.

4.- Características económicas de Mexicali, B. C.

	TEMA	OBJETIVO	TECNICA	FUENTE DE INFORMACIÓN
	INDUSTRIAS			
4.1	Cantidad de parques Industrias e industrias que generan contaminantes al aire y su ubicación.	Conocer la cantidad de industrias ubicadas en la ciudad de Mexicali y su ubicación	Revisión Documental de información	SECRETARIA DE ECONOMIA Informe anual de la Secretaría de Economía, Estadística Básica de Baja California 2005.
	VEHICULOS Y VIALIDADES			
4.2	Cantidad de Vehículos	Conocer la cantidad de vehículos que circulan en la ciudad	Revisión Documental de información	XVIII H. Ayuntamiento de Mexicali INEGI Informe del Ayuntamiento de Mexicali e INEGI
4.3	Puntos críticos de circulación de vehículos	Conocer los puntos de mayor circulación y concentración vehicular	Revisión Documental de información AFOROS	XVIII H. Ayuntamiento de Mexicali. Informe del Ayuntamiento de

				Mexicali e INEGI
4.4	Niveles de pavimentación de las colonias en la ciudad de Mexicali, B. C. (ANEXO II).	Conocer las características en pavimentación de las colonias del área urbana de la ciudad de Mexicali	Entrevista con personal de XVIII Ayuntamiento de Mexicali. Revisión Documental de información, de mapas e información por colonias, para conocer el porcentaje de la población que habita una colonia con cierto nivel de pavimenta-ción cruce y concentración de información	Mapa del XVIII H. Ayuntamiento de Mexicali SINCE por colonias. Mapa de pavimentación del XVIII H. Ayuntamiento de Mexicali 2004.

5.- Características socio-económicas de Mexicali, B.C.

	TEMA	OBJETIVO	TECNICA	FUENTE DE INFORMACIÓN
	INDICE DE MARGINACION (ANEXO III)			
5.1	Grado de Marginación de los diferentes AGEBS de las colonias de Mexicali B.C.	Conocer el índice de Marginación de la población en las diferentes colonias de la ciudad de Mexicali y el Centro de Salud responsable de su cobertura en atención a	Entrevista con personal de CONAPO. Revisión Documental	CONAPO, Colección Índices Sociodemográficos, Índices de Marginación 2000. Informe de Índices de

		la salud.	de información, localización e identificación de AGEBS y colonias, para cálcular de porcentaje de población, nivel de marginación correspondiente a cada Centro de Salud.	Marginación de Mexicali 2000 SINCE por AGEBS y SINCE por colonias.

6.- Análisis Estadístico de las Variables

	TEMA	OBJETIVO	TECNICA	FUENTE DE INFORMACIÓN
6.1	Análisis de Regresión Lineal Simple	Conocer que porcentaje de las IRAs son explicadas por cada una de las variables en cada Centro de Salud.	Análisis de Regresión Lineal Simple Programa STATISTICS 7	Información recabada de Contaminantes, Temperatura. Humedad e IRAs
6.2	Análisis de Regresión Lineal Múltiple	Conocer que porcentaje de las IRAs son explicadas por los grupos de variables en cada Centro de Salud.	Análisis de Regresión Lineal múltiple Programa STATISTICS 7	Información recabada de Contaminantes, Temperatura. Humedad e IRAs
6.3	Análisis de Correlación	Conocer la relación existente en cada una de las variables urbano-ambientales y las IRAs	Programa Estadístico SPSS	Información recabada de Contaminantes, Temperatura, Humedad, pavimentación, marginación e IRAs

ANEXO II.- En la clasificación internacional se incluyen como Infecciones Respiratorias Agudas los siguientes padecimientos:

Tabla 30. Tabla de clasificación internacional de enfermedades

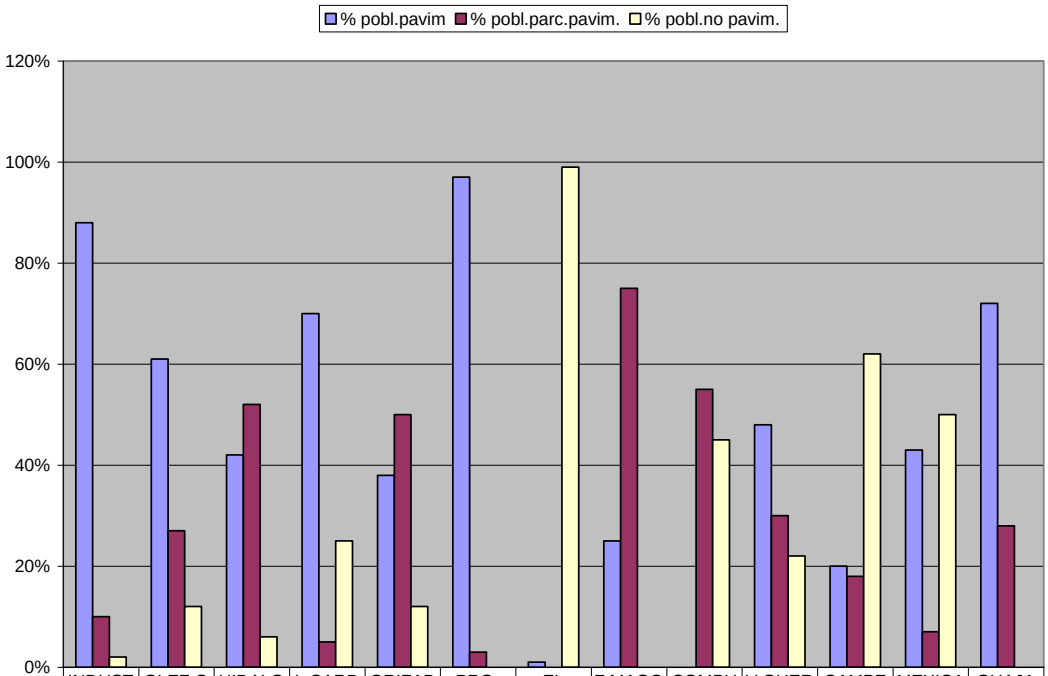
CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL CIE 10	PADECIMIENTO
H65	Otitis Media no supurativa
H66	Otitis media supurativa y la no especificada
J00	Rinofaringitis aguda.
J01	Sinusitis aguda.
J02	Faringitis aguda.
J03	Amigdalitis aguda
J04	Laringitis y traqueitis aguda
J05	Laringitis obstructiva aguda (CURP) y epiglotis.
J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, de sitios múltiples o no especificados.
J12	Neumonía viral, no clasificada en otra parte
J13	Neumonía debida a Streptococcus pneumonie
J14	Neumonía debida a Haemophilus Influenza
J15	Neumonía bacteriana, no clasificada en otra parte
J16	Neumonía debida a otros

	microorganismos infecciosos.
J17	Neumonía en enfermedades clasificadas en otra parte.
J18	Neumonía organismo no especificado (excepto 18.2).
J20	Bronquitis aguda.
J21	Bronquiolitos aguda.

.
.

ANEXO III.- PAVIMENTACIÓN EN MEXICALI (H. Ayuntamiento de Mexicali, 2004).

Con base en la cantidad de población de cada colonia, se calcularon los porcentajes de los que habitan en área pavimentada, parcialmente pavimentada y no pavimentada que pertenecen a cada uno de los 13 centro de salud en el área urbana de Mexicali, y se elaboró la Figura 24 que muestra la distribución del total de población abierta en la ciudad de Mexicali, B. C. en los 13 centros de salud, con información de 2004.



	INDUSTRIAL	GLEZ.ORT.	HIDALGO	L.CARDENAS	ORIZABA	PRO-HOGAR	EL CIPRES	F.MAGON	COMPUERTAS	V.GUERRERO	CAMPESTRE	MEXICALI	GUAJARDO
% pobl.pavim	88%	61%	42%	70%	38%	97%	1%	25%	0%	48%	20%	43%	72%
% pobl.parc.pavim.	10%	27%	52%	5%	50%	3%	0%	75%	55%	30%	18%	7%	28%
% pobl.no pavim.	2%	12%	6%	25%	12%	0%	99%	0%	45%	22%	62%	50%	0%

INEGI SINCE por colonias 2000
H. Ayuntamiento de Mexicali 2005

Figura 24. Población que vive en diferentes categorías de pavimentación Mexicali 2004

Con esta información se construye la siguiente tabla 31 agrupando a la población de áreas pavimentadas y a los que habitan en áreas parcialmente pavimentadas y no pavimentadas que es la población que podría verse mas afectada por IRAs ya que este ultimo grupo se considera con mayor riesgo de infecciones respiratorias Agudas. En la tabla 30 se muestran los porcentajes de población que habita zonas de riesgo y la tasa de IRAs encontrando tasa alta en el Centro de salud Compuertas, pero el Campeste y El Cipres con alto porcentaje de población en zona de riego, no presenta altas tasas de IRAs.

Tabla 31. Porcentajes de población y estatus de pavimentación 2004

CENTRO DE SALUD	PAVIMENTADA	PARCIALMENTE PAVIMENTADA Y NO PAVIMENTADA	TASA DE IRAS EN 2004
INDUSTRIAL	88%	12%	39.5
PRO-HOGAR	97%	3%	112.7
HIDALGO	42%	58%	98.8
GLEZ.ORTEGA	62%	38%	82.2
COMPUERTAS	0%	100%	171.1
L.CARDENAS.	70%	30%	49.7
GUAJARDO	72%	28%	49.0
MEXICALI	43%	57%	30.4
ORIZABA	38%	62%	
V.GUERRERO	48%	52%	83.3
CAMPESTRE	20%	80%	70.0
EL CIPRES	1%	99%	56.5
F.MAGON	25%	75%	10.4

Fuentes: Elaboración propia

INEGI SINCE por colonias 2000
H. Ayuntamiento de Mexicali 2005

Los porcentajes de población que habitan en colonias de la periferia de la ciudad, que pertenecen a los centros de salud Compuertas, Campestre, El Cipres y Flores Magon presentan mayor porcentaje de población que vive en zonas no pavimentadas o parcialmente pavimentadas, lo que se comparará con las IRAs de esas zonas. (Figura 25).

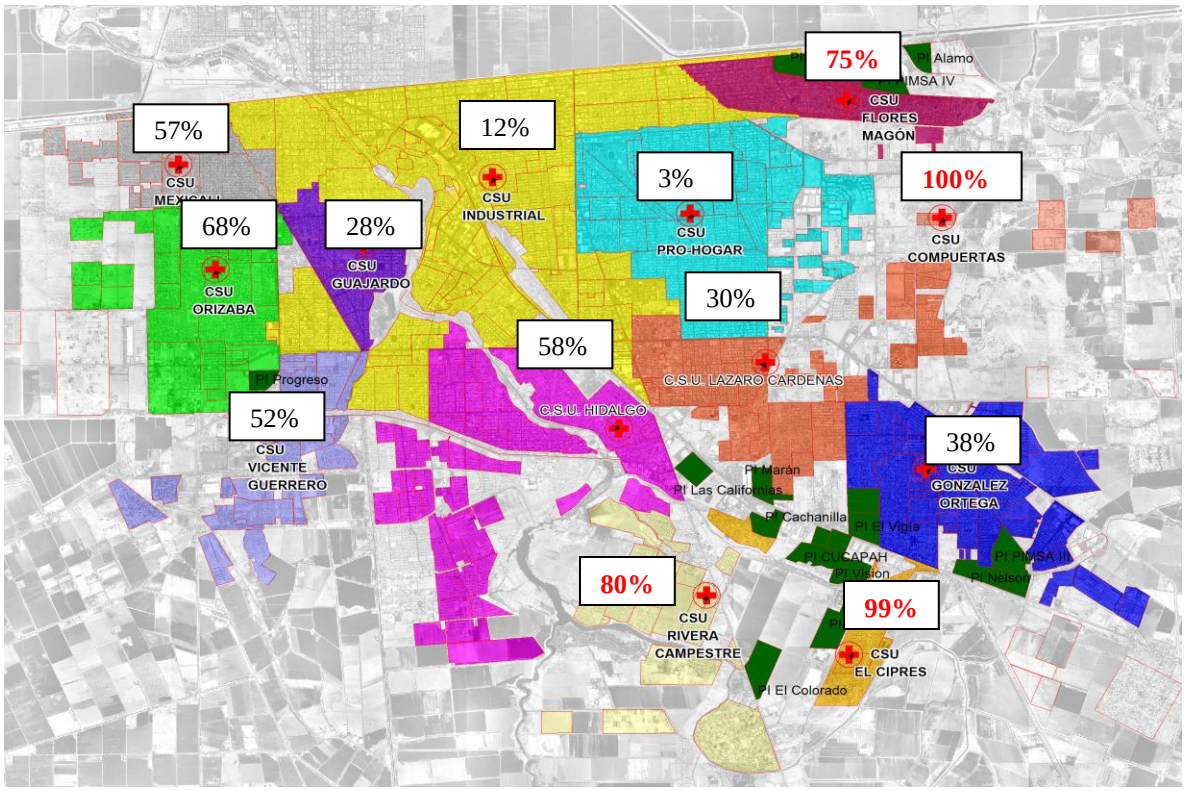


Figura 25. Población en área no pavimentada o parc. pavimentada en Mexicali 2004

Fuentes: Elaboración propia.
INEGI SINCE por colonias 2000
H. Ayuntamiento de Mexicali 2005

En este trabajo se realiza un análisis de la fuerza de relación entre dos variables que se mide con el coeficiente de correlación p, cuyos valores varían de –1 para la correlación negativa perfecta a +1 la correlación positiva perfecta, tomando las variables urbano ambientales de los contaminantes ozono y monóxido de carbono de 2001. Se incluyen también las variables climáticas temperatura y humedad. Se consideran además en este caso las variables pavimentación, tomando el porcentaje de población que habita en cada uno de los Centros de Salud y sus diferentes características de pavimentación.

Con esta información se elabora una base de datos tomando el porcentaje de la población que habita solo en área parcialmente pavimentada y no pavimentada comparándola con las IRAs

de cada Centro de Salud de ese año 2004, las demás variables de temperatura y humedad y los contaminantes Ozono, Monóxido de carbono, excluyendo el PM_{10} pues no se cuenta con la información de 2004. Analizando estas cifras con un modelo de correlación se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 32 y en la siguiente Tabla 33 se muestra el orden de las variables en cada Centro de Salud según los valores.

Tabla 32. Correlación contaminantes, clima y pavimentación Mexicali 2004

CENTRO DE SALUD	ESTACION DE MONITOREO	OZONO	MONO XIDO DE CARBONO	TEMPERATU-RA	HUMEDAD	PAVIMENTA-CION
INDUSTRIAL	UABC	(-)0.719**	0.844**	(-)0.855**	0.787**	0.582*
PRO-HOGAR	UABC	(-)0.705*	0.701*	(-)0.838**	0.766**	0.396
HIDALGO	UABC	(-)0.637**	0.920**	(-)0.850**	0.611*	0.609*
GLEZ.ORTEGA	ITM	0.283	0.801**	(-).845**	0.741**	0.499
COMPUERTAS	ITM	(-)0.086	0.638*	(-)0711**	0.401	0.276
L.CARDENAS.	ITM	(-)0.031	0.823**	(-)0.674*	0.496	0.719**
GUAJARDO	COBACH	(-)0.528	0.740**	(-)0.657*	0.422	0.423
MEXICALI	COBACH	(-)0.392	0.690*	(-)0.679*	0.409	0.240
ORIZABA	COBACH	(-)0.853**	0.859**	(-)0.530	0.432	0.561
V.GUERRERO.	COBACH	(-)0.456	0.501	(-)0.523	0.213	0.302
CAMPESTRE				(-)0.610*	0.425	0.644*
EL CIPRES				(-)0.670*	0.539	0.404
F. MAGON				(-)0.678*	0.116	0.639*

Fuente:Elaboración propia

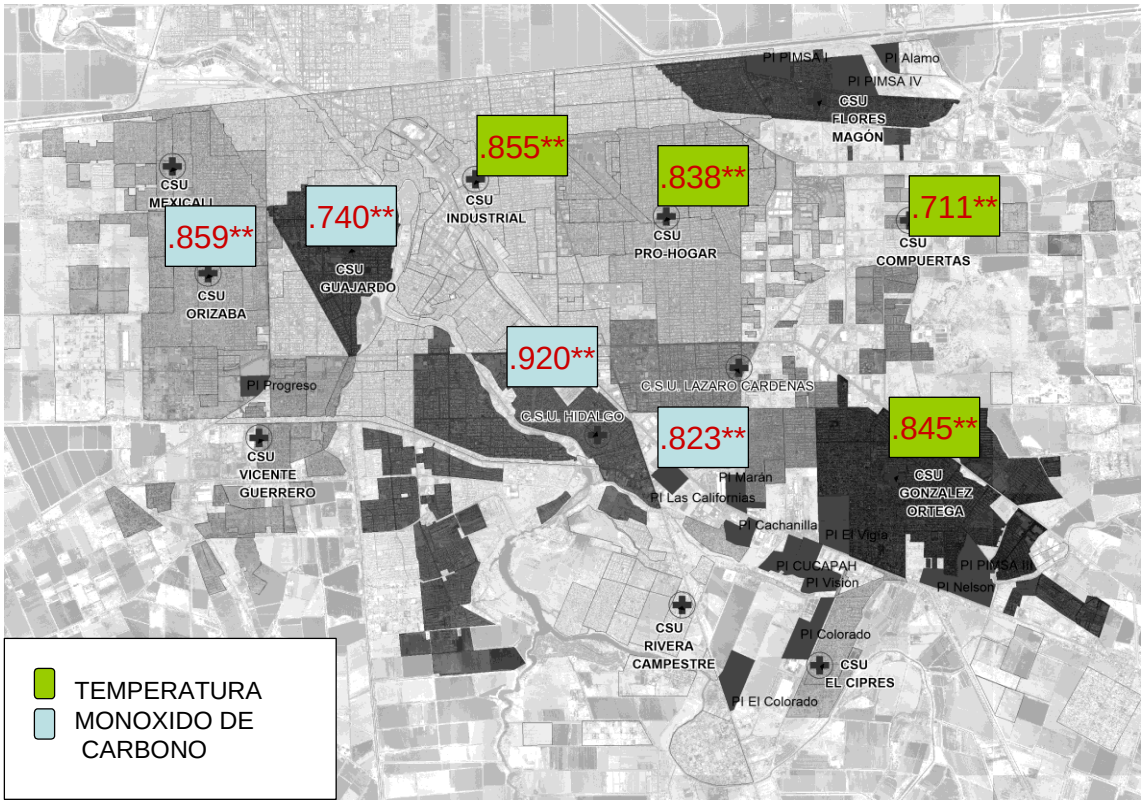
Ordenándolos según sus valores se muestran en figura 24..

Tabla 33. Correlación de contaminantes, clima y pavimentación Mexicali 2004

CENTRO DE SALUD	ESTACION DE MONITOREO	1er.Lugar	2do.Lugar	3er.Lugar	4to.Lugar	5to.Lugar
INDUSTRIAL	UABC	Temp**	CO**	Humed**	Ozono**	Pavim*
PRO-HOGAR	UABC	Temp**	Hum**	Ozono*	CO*	Pavim
HIDALGO	UABC	CO**	Temp**	Ozono*	Hum*	Pavim*
GLEZ.ORTEGA	ITM	Temp**	CO**	Humed**	Pavim	Ozono
COMPUERTAS	ITM	Temp**	CO*	Humed	Pavim	Ozono
L.CARDENAS	ITM	CO**	Pavim**	Temp*	Hum	Ozono
GUAJ.ARDO	COBACH	CO**	Temp*	Ozono	Pavim	Hum
MEXICALI	COBACH	Temp*	CO*	Humed	Ozono	Pavim
ORIZABA	COBACH	CO**	Ozono**	Pavim	Temp	Hum
V.GUERRERO	COBACH	Temp	CO	Ozono	Pavim	Hum
CAMPESTRE		Temp*	Pav*	Hum		
EL CIPRES		Temp*	Hum	Pavim		
F.MAGON		Temp*	Pav*	Hum		

Fuente:Elaboración propia

Interpretando estas cifras se puede concluir lo siguiente:

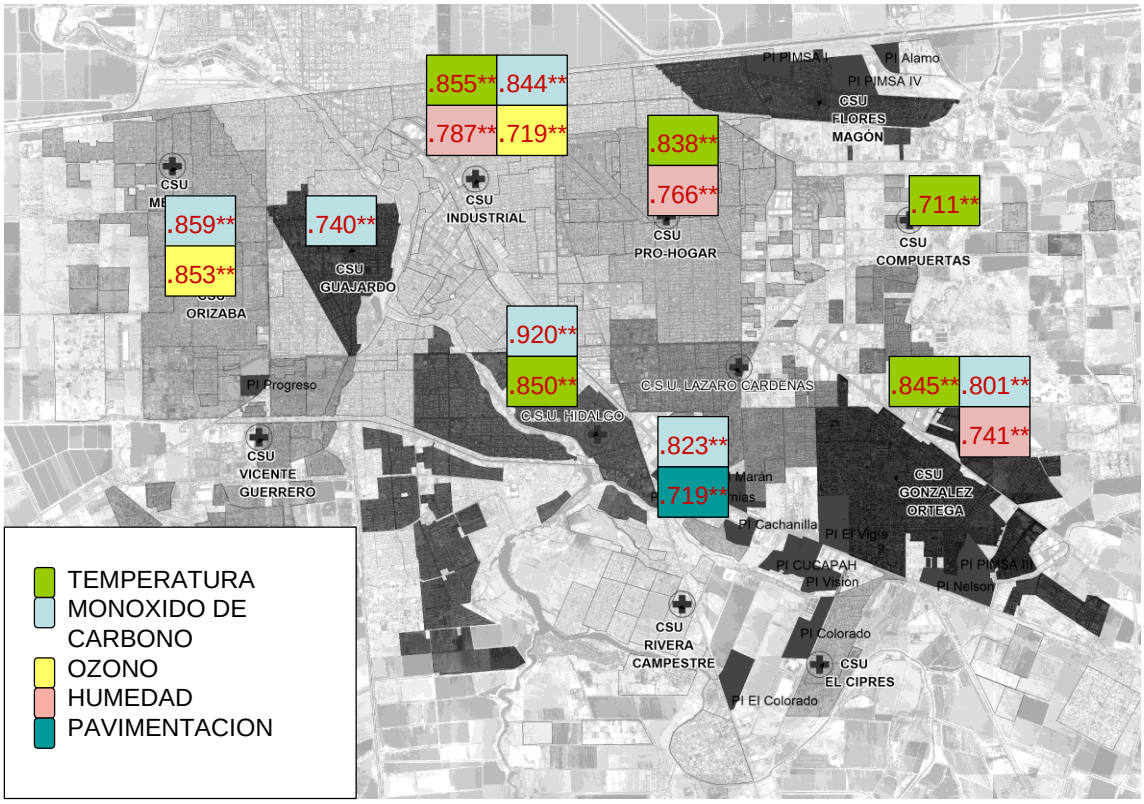


Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Valores máximos de variables con confiabilidad de 99%

Las variables que ocupan el primer lugar en todos los Centros de Salud son la temperatura y el monóxido de carbono con una significancia estadística de .01 y una confiabilidad del 99%. La temperatura en el área centro de la ciudad presentándose en los Centros de Salud Industrial y Pro-hogar y en el este de la ciudad en los Centros de Salud Compuertas y González Ortega. El monóxido de carbono en el Centro de Salud Hidalgo y Lázaro Cárdenas, en el lado oeste de la ciudad en los Centros de Salud Orizaba, y Guajardo (figura 26).

Concentrando todos los que presentan una significancia estadística de .01 y una confiabilidad del 99% se muestran en la Figura 27 se observa en el centro y este de la ciudad temperatura, en el centro y este de la ciudad humedad, en toda la ciudad monóxido de carbono , ozono en el centro y oeste y pavimentación en el centro de salud Lázaro Cárdenas .



Fuente:Elaboración propia

Figura 27. Variables urbano ambientales con confiabilidad de 99%

Se puede concluir la importancia en primeros lugares de la temperatura y los contaminantes, monóxido de carbono y ozono seguido por humedad y después pavimentación (tabla 34).

Tabla 34. Coeficientes de correlación variables por orden en Mexicali, B. C. 2004

	VARIABLE	VALOR MÁXIMO	NUMERO DE CENTROS DE SALUD
PRIMER LUGAR	Monóxido de Carbono	0.920**	6 Centros de Salud
SEGNDO LUGAR	Temperatura	0.855**	5 Centros de Salud
TERCER LUGAR	Ozono	0.853**	3 Centros de Salud
CUARTO LUGAR	Humedad	0.787**	3 Centros de Salud
QUINTO LUGAR	Pavimentación	0.719**	1 Centro de Salud

** 99% de confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV.- MARGINACIÓN EN LA POBLACIÓN EN MEXICALI (INEGI 2001).

La información se obtiene de los índices de marginación calculados por CONEPO con base en la información del XII Censo de Población y Vivienda de INEGI.

La metodología utilizada en la estimación del índice de marginación es una medida sintética que permite diferenciar colonias de un mismo municipio, según el impacto global de las carencias que comprometen la calidad de vida de los habitantes.

Para la estimación del índice de marginación se consideró como fuente de información el censo de población 2000, debido a que cuenta con la cobertura, grado de desagregación y cobertura de los datos necesarios para la construcción de este índice.

Primeramente se identifica cada uno de los tabuladores centrales que contienen la información necesaria para el cálculo de los nueve indicadores socioeconómicos considerados en los índices, capturados en el censo 2000.

El cálculo de indicadores se obtiene según lo indicado en la tabla 35.

Tabla 35. Cálculo de índice de marginación.

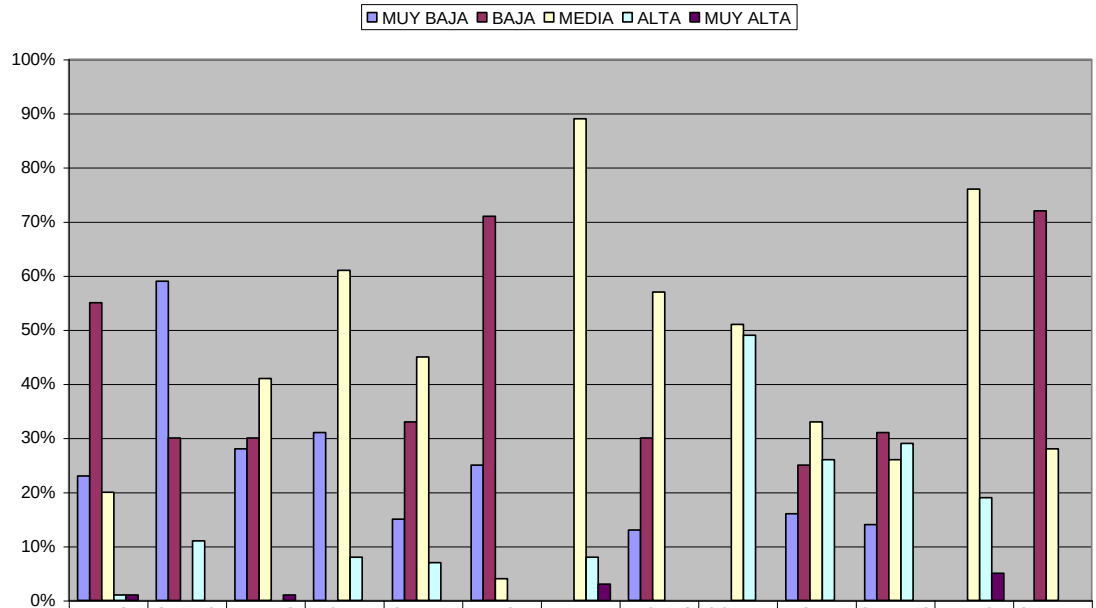
I.- Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más	El cálculo de este indicador consistió en dividir el monto de población analfabeta de 15 años o más entre la diferencia de la población total de 15 años o más, y aquellos que no especificaron su condición de alfabetismo.
II.- Porcentaje de población sin primaria completa de 15 año o más.	Una vez calculada la población con primaria incompleta, se procedió a completar el indicador. La población de 15 años o más sin primaria completa es la suma de la población sin instrucción más la población que aprobó entre uno y cinco grados de primaria.
III. Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	Para el cálculo de este indicador, se identificó el número de ocupantes en viviendas particulares que no disponen de sanitario exclusivo ni drenaje y se dividió entre el total de ocupantes en viviendas particulares menos el

	número de ocupantes en viviendas particulares donde no se especificó la disposición de drenaje y sanitario exclusivo:
IV. Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin disponibilidad de energía eléctrica	En este caso, se identificó el número de personas que habitan en viviendas sin electricidad y se dividió entre las diferencias del total de ocupantes en viviendas particulares menos los ocupantes de viviendas particulares en las cuales el operativo censal no pudo obtener disponibilidad o ausencia de energía eléctrica:
V. Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin disponibilidad de agua entubada	Para obtener este indicador, una vez identificado el número de ocupantes en viviendas particulares que no disponen de agua entubada, se dividió entre el total de ocupantes en viviendas particulares menos el total de ocupantes de viviendas en las que no se especificó la disponibilidad de agua entubada.
VI. Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento.	Para el cálculo del número de viviendas con algún nivel de hacinamiento se sumó: para las viviendas con sólo un cuarto dormitorio, las viviendas con tres o más ocupantes; para las viviendas con dos cuartos dormitorio, aquellas con cinco o más ocupantes; para las viviendas con tres dormitorios, las que contaban con siete o más ocupantes; y por último, para las viviendas con cuatro cuartos-dormitorio, aquellas en las que habitan nueve personas o más. Este total de viviendas con algún nivel de hacinamiento, se dividió entre la diferencia del total de viviendas particulares menos las viviendas para las cuales no se especificó el número de dormitorios.
VII. Porcentaje de ocupantes de viviendas particulares con piso de tierra	Se identifica el número de ocupantes de viviendas particulares con piso de tierra y se divide entre el total de ocupantes de viviendas particulares menos el número de ocupantes en cuyas viviendas no se especificó el material predominante en pisos:
VIII. Porcentaje de población en localidades con menos de 5 000 habitantes	Este indicador es, simplemente, la suma de la población de las localidades con menos de 5 000 habitantes, entre la población total:
IX. Porcentaje de población	Este indicador es un cociente que considera en el

ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos	numerador la suma de la población ocupada que no recibe ingresos más aquellos que perciben hasta dos salarios mínimos y en el denominador el total de la población ocupada.

Fuente: CONAPO, 2000

El índice de Marginación permite discriminar colonias según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación primaria, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios bajos y las derivadas de la residencia en localidades pequeñas, aisladas y dispersas con carencia de servicios básicos como pueden ser los servicios de salud, equipamiento de infraestructura adecuada, lo cual conforma una precaria estructura de oportunidades que obstruyen el pleno desarrollo de las potencialidades humanas. La estimación de un índice de marginación para el conjunto de entidades federativas del país mostradas en la figura 1, permite aproximarse al conocimiento de la actual desigualdad regional de las oportunidades sociales.



	INDUSTRIAL	GLEZ.ORTEGA	HIDALGO	L.CARDENAS	ORIZABA	PRO-HOGAR	EL CIPRES	FLORES MAGON	COMPUERTAS	V.GUERRERO	CAMPESTRE	MEXICALI	GUAJARDO
MUY BAJA	23%	59%	28%	31%	15%	25%	0%	13%	0%	16%	14%	0%	0%
BAJA	55%	30%	30%	0%	33%	71%	0%	30%	0%	25%	31%	0%	72%
MEDIA	20%	0%	41%	61%	45%	4%	89%	57%	51%	33%	26%	76%	28%
ALTA	1%	11%	0%	8%	7%	0%	8%	0%	49%	26%	29%	19%	0%
MUY ALTA	1%	0%	1%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	5%	0%

CONEPO Consejo Nacional de Población

Figura 28. Porcentaje de población de Mexicali B. C. y su Índice de Marginación 2000

Se procede a separar la población que es de utilidad para este estudio, dividiéndola en población con las siguientes características (figura 28) :

a) población con marginación muy baja, baja y media

b) población con marginación alta y muy alta.

Este ultimo grupo es el que se toma para hacer la comparación con las tasas de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs), considerando que Baja California es uno de los 4 estados con menores grados de marginación a comparación con otros estados de la Republica Mexicana, como se observa en la figura 28, aun así existe marginación alta y muy alta en algunas colonias en la periferia de Mexicali.

Tabla 36. Porcentaje de población y Niveles de Marginación e IRAs Mexicali 2001

CENTRO DE SALUD	MARGINACIÓN % MUY BAJA , BAJA Y MEDIA	MARGINACIÓN % ALTA Y MUY ALTA	TASAS DE IRAS EN 2001
INDUSTRIAL	98	2	34.2
PRO-HOGAR	100	0	56.5
HIDALGO	99	1	94.9
GLEZ.ORTEGA	96	4	63.2
COMPUERTAS	51	49	145.7
L.CARDENAS.	92	8	54.8
GUAJARDO	100	0	85.8
MEXICALI	76	24	75.2
ORIZABA	93	7	114.2
V.GUERRERO	74	26	155.7
CAMPESTRE	71	29	160.1
EL CIPRES	89	11	141.6
F.MAGON	100	0	110.8

Fuente: Elaboración propia.

La población que habita en colonias dependientes de los Centros de Salud de la periferia de la ciudad se observa mayor porcentaje de población con índice de marginación alto y muy alto, especialmente la población que habitan las colonias dependientes del Centro de Salud Compuertas, notándose las altas tasas de IRAs que se presentan en estos centros de salud. (Figura 29).

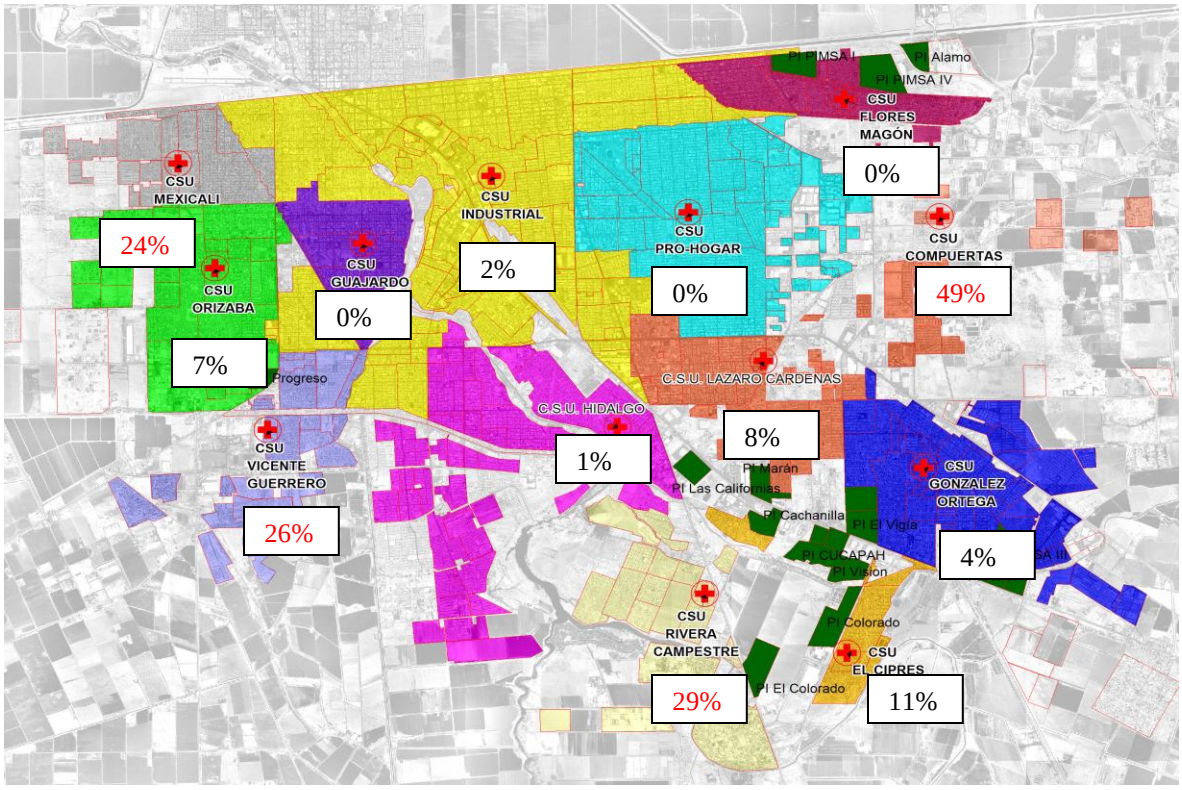


Figura 29. Porcentaje de población según índice de marginación Alta y Muy Alta

En relación a la Marginación se elaboro una base de datos considerando el porcentaje de población que esta clasificada como con Alta o Muy alta marginación de cada centro de salud en el año 2001, considerando también variables de contaminantes ozono, monóxido de carbono y PM_{10}, además temperatura, humedad y marginación. Con estos datos se hizo un análisis de correlación, obteniendo la siguiente información (tablas 37 y 38) :

Tabla 37. Coeficientes de correlación variables Mexicali 2001

CENTRO DE SALUD	ESTACIÓN DE MONITOREO	OZONO	MONÓXIDO DE CARBONO	PM10	TEMPERA-TURA	HUMEDAD	MARGINA-CION
INDUST.	UABC	(-)0.532	(-)0.097	0.254	(-)0.783**	(-)0.201	0.430
PRO-HOGAR	UABC	(-)0.733**	(-)0.037	0.309	(-)0.747**	(-)0.186	0.557
HIDALGO	UABC	(-)0.799**	0.221	0.010	(-)0.733**	0.230	0.631*
GLEZ.ORTEGA	ITM	(-)0.311	0.333	0.093	(-)0.544	0.076	0.549
COMPUERTAS	ITM	(-)0.084	0.398	(-)0.287	(-)0.651*	(-)0.371	0.227
L.CARD.	ITM	(-)0.676*	0.505	0.143	(-)0.784**	0.153	0.532
GUAJ.	COBACH	(-)0.634*	0.571	0.251	(-)0.555	0.176	0.654*
MXLI	COBACH	(-)0.653*	0.793**	0.065	(-)0.770**	0.081	0.548
ORIZABA	COBACH	(-)0.489	0.789**	0.139	(-)0.733**	0.054	0.479
V.GUERR.	COBACH	(-)0.568	0.666*	0.289	(-)0.594*	0.305	0.628*
CAMPESTR.					(-)0.537	0.325	0.543
EL CIPRES					(-)0.334	0.493	0.401
F.MAGON					(-)0.669*	0.091	0.636

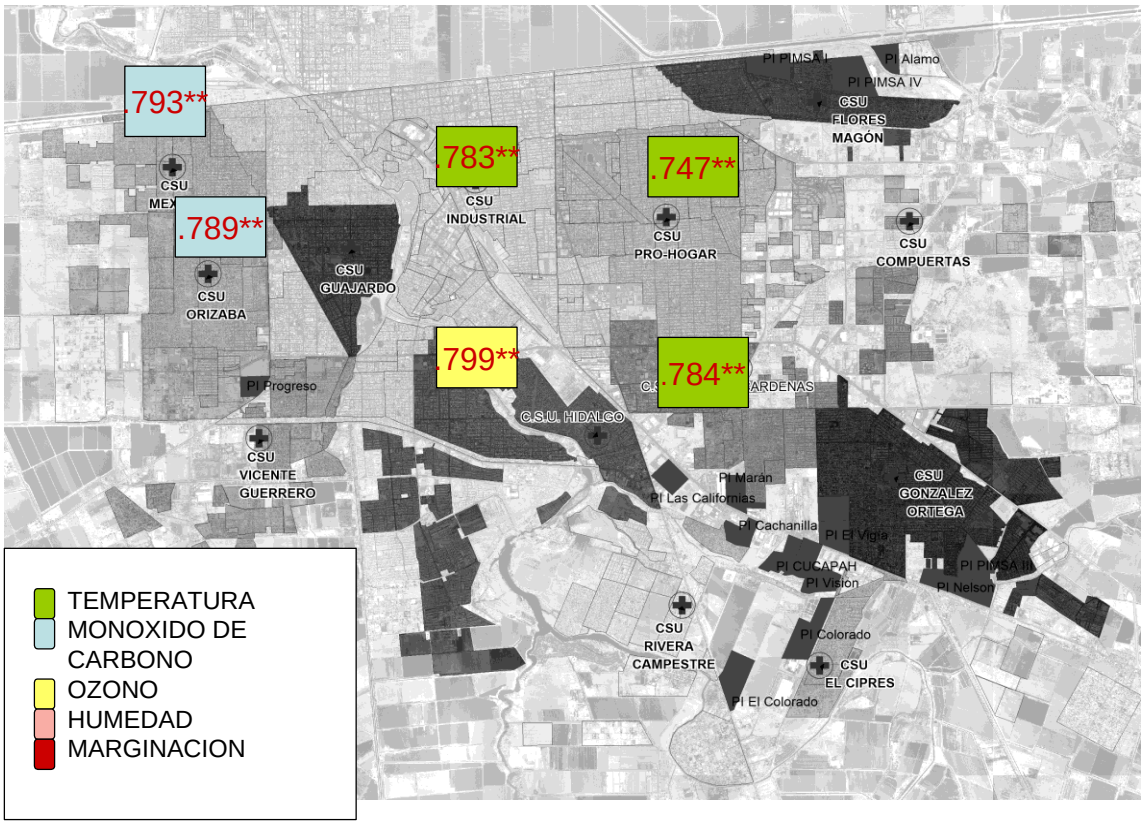
Fuente:Elaboración propia

Tabla 38. Coeficientes de correlación por orden Mexicali 2001

CENTRO DE SALUD	ESTACION DE MONITOREO	1er Lugar	2do.Lugar	3er.Lugar	4to.Lugar	5to.Lugar	6to.Lugar
INDUST.	UABC	Temp**	Ozono	Marg	pm10	Hum	CO
PRO-HOGAR	UABC	Temp**	Ozono**	Marg	pm10	Hum	CO
HIDALGO	UABC	ozono**	Temp**	marg*	Hum	CO	pm10
GLEZ.ORTEGA	ITM	Marg	Temp	CO	Ozono	pm10	Hum
COMPUERTAS	ITM	Temp*	CO	Hum	pm10	Marg	Ozono
L.CARD.	ITM	Temp**	Ozono*	Marg	CO	Hum	pm10
GUAJ.	COBACH	Marg*	Ozono*	CO	Temp	pm10	Hum
MXLI	COBACH	CO**	Temp**	Ozono	Marg	hum	pm10
ORIZABA	COBACH	CO**	Temp**	Ozono	Marg	pm10	Hum
V.GUERR.	COBACH	CO**	Marg*	Temp*	Ozono	Hum	pm10
CAMPESTR.		Marg	Temp	Hum			
EL CIPRES		Hum	Marg	Temp			
F.MAGON		Temp*	Marg	Hum			

Fuente:Elaboración propia

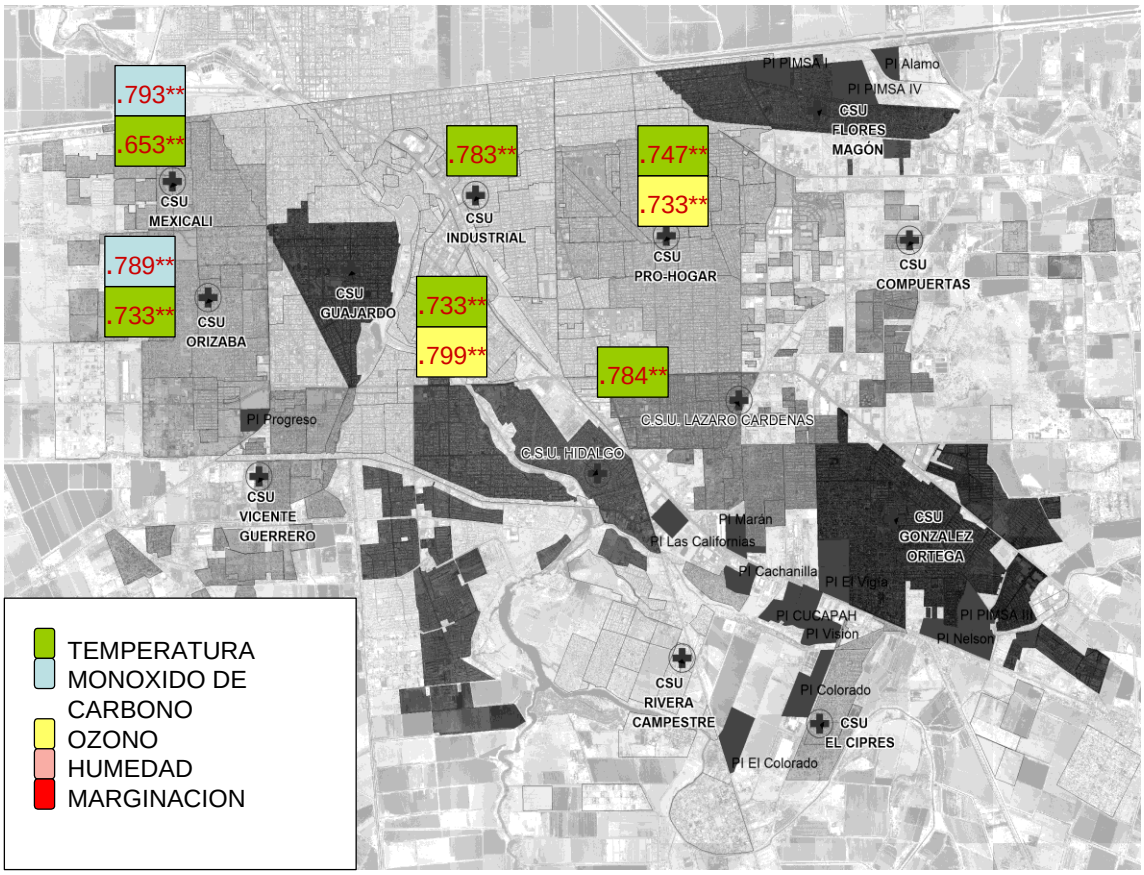
En la Figura 30 se pueden observar los valores máximos de las variables urbano ambientales que se analizan en el presente estudio con una significancia estadística de .01 y una confiabilidad de un 99%, se tienen en el área oeste de la ciudad en los centros de salud Mexicali y Orizaba monóxido de carbono, en el centro de la ciudad en los centros de salud industrial, Pro-Hogar y Lázaro Cárdenas la variable Temperatura y en el centro de salud Hidalgo Ozono.



Fuente:Elaboración propia

Figura 30. Valores máximos en variables con 99% de confiabilidad Mexicali 2001

Concentrando los valores con una significancia estadística de .01 y en 99% de confiabilidad que se muestran en la Figura 31 en el centro y el oeste de la ciudad se observa la variable temperatura, el ozono y el monóxido de carbono.



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Variables urbano ambientales con 99% de confiabilidad en Mexicali 2001

Como resultado del análisis anterior se puede concluir que en el año de 2001 según el valor de las variables y el nivel de confiabilidad de un 99% en este año las variables estudiadas que son Ozono, Monóxido de Carbono, PM10, Temperatura, Humedad y Marginación se pueden ordenar como se muestra en la Tabla 39

Tabla 39. Concentrado de coeficientes de correlación por orden Mexicali 2001

	VARIABLE	VALOR MÁXIMO	CENTROS DE SALUD
PRIMER LUGAR	Ozono	-0.799**	2 Centros de Salud
SEGUNDO LUGAR	Monóxido de Carbono	0.793**	2 Centros de Salud
TERCER LUGAR	Temperatura	-0.784**	6 Centros de Salud
QUINTO LUGAR	Marginación	0.654*	0 Centros de Salud con 95% de confiabilidad 3

**99% de confiabilidad

Fuente: Elaboración propia

Los primeros lugares los ocupan el ozono y el monóxido de carbono, seguidos por la temperatura. Después aparece la marginación también como causa de la morbilidad por IRAs.

Es importante hacer notar el cambio presentado en la ciudad, en 2001 el ozono ocupaba el primer lugar en Mexicali contribuyendo con un porcentaje alto a las IRAs, en el análisis de correlación y valores con un 99% de confiabilidad, seguido por el monóxido de carbono y la temperatura y en 2004 se observa un cambio, el monóxido de carbono ocupa el primer lugar, seguido por la temperatura y después el ozono. Esta modificación puede ser debida a la instalación de algunas industrias que provoca que la concentración de contaminantes esté variando en las diferentes zonas de la ciudad en diferentes tiempos.

ANEXO V. Tablas de Infecciones Respiratorias Agudas de los años 2002, 2003 y 2004 de los 13 Centros de Salud del área urbana de Mexicali, B. C.

Tabla 40. Numero de Infecciones Respiratorias Agudas en 2002, 2003 y 2004

C.de Salud	Ene-02	feb	Mzo	abr	May	jun	jul	agt	spt	oct	nov	Dic	Total 02
1.INDUSTRIAL	226	285	241	265	93	81	70	86	99	235	222	207	**2110**
2.GLEZ. ORTEGA	313	270	226	114	106	73	67	51	161	209	188	216	**1994**
3.HIDALGO	281	374	201	120	82	63	53	43	64	186	144	158	**1769**
4.L.CARDENAS	178	204	85	88	62	71	37	48	67	145	113	120	**1218**
5.ORIZABA	259	311	204	175	148	72	127	71	109	186	234	203	**2099**
6.PRO-HOGAR	189	199	170	89	79	64	54	65	95	137	194	186	**1521**
7.EL CIPRES	176	239	199	107	49	43	28	54	53	67	77	41	**1133**
8.F.MAGON	143	181	103	78	64	36	46	33	39	99	109	109	**1040**
9.COMPUERTAS	54	67	66	31	27	16	16	23	44	67	77	41	**529**
10.V.GUERRERO	280	388	188	128	78	65	25	31	56	83	76	101	**1499**
11.R.CAMPESTRE	298	237	162	136	135	90	50	56	87	185	149	185	**1770**
12.MEXICALI	142	162	139	92	54	48	17	30	69	85	92	49	**979**
13.GUAJARDO	102	82	71	58	36	24	5	15	13	23	44	58	**531**
Total	**1821**	**2070**	**1387**	**982**	**732**	**529**	**405**	**426**	**632**	**1077**	**1165**	**1093**	**18049**

C.de Salud	ene-03	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Spt	Oct	Nov	Dic	Total 03
1.INDUSTRIAL	235	240	166	181	88	92	62	56	104	131	229	294	**1878**
2.GLEZ. ORTEGA	318	292	242	192	153	125	105	39	107	181	293	390	**2437**
3.HIDALGO	169	172	150	131	95	89	69	22	122	138	203	216	**1576**
4.L.CARDENAS	146	183	145	101	71	60	46	39	66	67	106	142	**1172**
5.ORIZABA	327	400	288	269	168	128	103	38	81	115	266	286	**2469**
6.PRO-HOGAR	217	215	211	164	105	112	104	80	159	179	267	373	**2186**
7.EL CIPRES	95	82	101	69	39	46	30	18	47	62	89	96	**774**
8.F.MAGON	119	131	86	96	42	60	42	23	34	43	109	200	**985**
9.COMPUERTAS	61	60	48	46	16	14	29	12	55	30	97	117	**585**
10.V.GUERRERO	132	157	108	104	75	52	55	32	87	98	96	163	**1159**
11.R.CAMPESTRE	204	243	174	145	68	86	69	41	67	76	134	167	**1474**
12.MEXICALI	90	123	157	49	24	23	25	16	29	37	63	35	**671**
13.GUAJARDO	67	60	55	30	18	16	18	18	22	47	74	108	**533**
Total	**2180**	**2358**	**1931**	**1577**	**962**	**903**	**757**	**434**	**980**	**1204**	**2026**	**2587**	**17899**

Centros de Salud	ene-04	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Spt	Oct	Nov	Dic	Total 04
1.INDUSTRIAL	216	229	168	88	66	91	96	74	119	167	167	210	**1691**
2.GLEZ. ORTEGA	227	263	215	138	94	112	110	90	220	182	254	255	**2160**
3.HIDALGO	181	179	148	63	67	77	29	57	119	99	128	214	**1361**
4.L.CARDENAS	157	88	66	39	31	18	212	33	51	53	72	75	**895**
5.ORIZABA	220	183	178	104	106	61	73	39	122	146	211	180	**1623**
6.PRO-HOGAR	207	280	166	78	83	102	98	65	138	155	279	225	**1876**
7.EL CIPRES	97	109	49	0	7	14	13	14	23	28	48	31	**433**
8.F.MAGON	124	99	108	53	64	20	38	16	46	34	112	106	**820**
9.COMPUERTAS	74	63	85	29	34	32	20	9	24	28	64	38	**500**
10.V.GUERRERO	**86**	**70**	**85**	**61**	**38**	**34**	**39**	**24**	**49**	**38**	**46**	**36**	**606**
11.R.CAMPESTRE	**113**	**91**	**70**	**29**	**29**	**38**	**49**	**29**	**64**	**43**	**12**	**108**	**675**
12.MEXICALI	**39**	**44**	**43**	**18**	**22**	**42**	**17**	**17**	**32**	**18**	**35**	**45**	**372**
13.GUAJARDO	**77**	**58**	**37**	**17**	**14**	**22**	**10**	**12**	**26**	**26**	**34**	**21**	**354**
Total	**1818**	**1756**	**1418**	**717**	**655**	**663**	**804**	**479**	**1033**	**1017**	**1462**	**1544**	**13366**