

ICAS

IMPACTO DE LA
CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA
EN LA SALUD



**Evaluación del Efecto de
Dióxido de Nitrógeno y
Ozono en la Salud de la
Población del Municipio,
Cercado - Cochabamba**

**AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACIÓN Y SU PROYECTO AIRE
LIMPIO, EJECUTADO POR SWISSCONTACT
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMEDICAS
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA SAN PABLO
COMPLEJO HOSPITALARIO VIEDMA**

Evaluación del efecto de Dióxido de Nitrógeno y Ozono en la salud de la población del Municipio, Cercado - Cochabamba

Depósito legal Nº 4-1-2014-06

Proyecto Aire Limpio (Entidad responsable quien ejecuto el estudio)

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE

Calle 13 #455 esq. 14 de Septiembre, Obrajes

Teléfonos: +591 (2) 275 1001

Fax: +591 (2) 214 0884

Email: lapaz@sdc.net

www.cosude.org.bo

Casilla 4679

La Paz, Bolivia

Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico - Swisscontact

Calle Macario Pinilla Nº 233, Sopocachi

Teléfonos: +591 (2) 211 2141

+591 (2) 243 4666

Fax: +591 (2) 243 4698

Email: swisscontact@swisscontact.bo

www.swisscontact.org

Casilla 5033

La Paz, Bolivia

Bolivia. Proyecto Aire Limpio

EVALUACION DEL EFECTO DE DIOXIDO DE NITROGENO Y OZONO EN LA SALUD DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO CERCADO. COCHABAMBA, BOLIVIA 2005-2006.

Nº de pág 60; tablas 15, figuras 22, Anexos 10.

Quedan reservados los derechos de propiedad de Swisscontact.

Se autoriza la reproducción total o parcial con fines educativos y no así comerciales.

Diseño y diagramación: Juan Gutierrez

Impreso en: Impresiones Poligraf

AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACIÓN

Lic. Dominique Favre
DIRECTOR RESIDENTE ADJUNTO

SWISSCONTACT

Ing. Freddy Koch
JEFE DE PROYECTO AIRE LIMPIO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN

Dr. Ricardo Aranibar S.
DECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA UMSS

IIBISMED

Dr. Edgar Sejas Vera.
DIRECTOR

UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA SAN PABLO

Dr. René Santa Cruz Rodríguez
RECTOR REGIONAL

COMPLEJO HOSPITALARIO VIEDMA

Dr. Jimmy Montaña Del Granado
DIRECTOR DEL COMPLEJO HOSPITALARIO VIEDMA

MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES

Dra. Nilah Heredia
MINISTRA DE SALUD Y DEPORTES

FINANCIAMIENTO: AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACIÓN, PROYECTO AIRE LIMPIO

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL DIÓXIDO DE NITRÓGENO Y OZONO EN LA SALUD
DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DEL CERCADO, COCHABAMBA

RESPONSABLES DE LA INVESTIGACIÓN

Ada Armaza C.
FACULTAD DE MEDICINA UMSS

Ximena Ayo
SWISSCONTACT

Ricardo Céspedes
COMPLEJO HOSPITALARIO VIEDMA

Indira Vargas
SWISSCONTACT

Carola Ortuño
SWISSCONTACT

Marcos Lujan
UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA

REVISIÓN TÉCNICA DEL INFORME

Dr. Hugo de la Quintana

Médico Cirujano (Universidad Nacional de Tucumán), Maestría Administración de Empresas (Universidad Pacífico, Perú), Maestría en Salud Pública y Bioestadística (Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia), Especialidad Medicina Familiar (Instituto Mexicano Seguro Social, México).

Dr. Roberto Vargas

Médico Cirujano (Universidad Mayor de San Andrés), Master en Salud Pública (Universidad de Antioquia, Medellín Colombia) Especialista en Malaria y Saneamiento Ambiental y Epidemiología (Maracay, Estado de Aragua, Venezuela).

Lic. Laura Nayhua

Licenciada en Enfermería (Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú), Maestría en Epidemiología (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú), Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú).

Agradecimientos

La Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación y su Proyecto Aire Limpio, ejecutado por Swisscontact, el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Mayor de San Simón, la Universidad Católica San Pablo y el Complejo Hospitalario Viedma agradecen a los profesionales, personal que han contribuido con el desarrollo del presente estudio.

COLABORADORES

Natalie Alem

Universidad Católica Boliviana San Pablo

Olivia Zurita

Complejo Hospitalario Viedma

Gigliana Villagoméz

Complejo Hospitalario Viedma

Carolina Miranda

Complejo Hospitalario Viedma

Ricardo Céspedes A.

Servicio Departamental de Salud

Lic. Gonzalo Duran Pacheco

Procesamiento Estadístico

Lic. Roxana Velasco

Lic. Shirley Vega

Lic. Indira Cabrera



Contenido

PRESENTACIÓN	7
RESUMEN EJECUTIVO	9
I. INTRODUCCIÓN	11
II. ANTECEDENTES	13
III. LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA ACTUALIDAD	15
IV. JUSTIFICACIÓN	19
V. OBJETIVOS	21
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	23
6.1. Diseño	23
6.2. Definición operacional de variables	23
6.3. Tratamiento de los datos	24
6.4. Limitaciones del estudio	25
VII. RESULTADOS	27
7.1. Monitoreo de contaminantes atmosféricos	27
7.2. Comportamiento epidemiológico de las patologías relacionadas con la contaminación atmosférica	29
7.3. Comportamiento de las enfermedades respiratorias y conjuntivitis	30
7.4. Prevalencia de las patologías estudiadas	31
7.5. Comportamiento de consultas diarias	32
7.6. Comportamiento de las variables confusoras	33
7.7. Relación de los contaminantes con las patologías estudiadas	34
VIII. DISCUSIÓN	43
IX. CONCLUSIONES	45
X. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	53

Siglas y Acrónimos

- AASANA:** Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea.
- AVAD:** Años de Vida Ajustados en función de Discapacidad
- CEPIS:** Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria
 - CFC:** Clorofluorocarbonos
 - DF:** Diagnóstico Final
- EPA:** Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental-EUA)
- EPOC:** Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
- GLM:** Generalized Linear Models (Modelos Lineares Generalizados)
- ICAS:** Impacto de la Contaminación Atmosférica en la Salud
 - INE:** Instituto Nacional de Estadística, Bolivia
- IRAS:** Infecciones Respiratorias Agudas
- NAAQS:** Normas Nacionales de la Calidad del Aire Ambiente de Estados Unidos
 - OE:** Otras Enfermedades
- OMS:** Organización Mundial de la Salud
- PM₁₀:** Partículas menores a 10 micras
 - ppb:** partes por billón
 - ppm:** partes por millón
- Red MoniCA:** Red de Monitoreo de la Calidad del Aire Bolivia
- SENAMHI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Bolivia.
 - SC:** Swisscontact
- SNIS:** Sistema Nacional de Información en Salud
- TBC:** Tuberculosis
- UCB:** Universidad Católica Boliviana San Pablo
 - μm:** micrómetro
- VEF₁:** Volumen Espiratorio Forzado 1
- WHO:** World Health Organization (Organización Mundial de la Salud)



Presentación

El Ministerio de Salud y Deportes, la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación y su Proyecto “Aire Limpio”, presentan el informe final del estudio “Evaluación del Efecto de Dióxido de Nitrógeno y Ozono en la Salud de la Población del Municipio Cercado de Cochabamba, Bolivia”. El estudio fue realizado en el marco de trabajo conjunto del Complejo Hospitalario Viedma, el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Medicina de la Universidad Mayor de San Simón y la Universidad Católica Boliviana San Pablo.

Siendo función superior del Ministerio de Salud y Deportes la implementación y fortalecimiento del Sistema Nacional de Salud a través de la incorporación de temáticas emergentes como la contaminación atmosférica, es deber de las autoridades apoyar iniciativas como la de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.

El estudio permitió evidenciar que con niveles de Ozono y Dióxido de Nitrógeno por debajo los límites permisibles establecidos en la norma nacional, existe un incremento en el número de casos de enfermedades respiratorias, y que dicho incremento se produce fundamentalmente en los niños y niñas menores de 10 años.

El Ministerio de Salud abraza la certeza de que los resultados de la presente investigación aportaran información valedera para el planteamiento de políticas de salud ambiental que permitan promover la creación de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica; capaz de prevenir los riesgos potenciales y reales de la contaminación atmosférica, así como limitar el impacto negativo sobre la salud de la población, en especial la del grupo humano más vulnerable.

Dra. Nila Heredia Miranda
Ministra de Salud y Deportes





Resumen Ejecutivo

El tráfico vehicular causa aproximadamente el 70% de la contaminación atmosférica en los países en vías de desarrollo. Las ciudades del eje troncal de Bolivia (El Alto, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz) presentan niveles de contaminación atmosférica elevados, generados principalmente por el parque automotor a través de sus emisiones de dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC). La Organización Mundial de la Salud (OMS) atribuye el aumento de enfermedades respiratorias agudas y crónicas – observado en los últimos años y científicamente comprobado – a la contaminación atmosférica. En Bolivia y en América Latina en general, la situación se agrava debido a factores como los altos índices de pobreza, la desnutrición y la falta de implementación de la medicina preventiva.

Cochabamba, una de las ciudades más densamente pobladas del país, es particularmente vulnerable a la contaminación atmosférica, pues además del crecimiento acelerado del parque automotor, presenta características topográficas y climatológicas del valle que desfavorecen la ventilación. Se sufre con frecuencia las consecuencias de la inversión térmica, que conduce a la acumulación de contaminantes atmosféricos durante días o incluso semanas cerca de la superficie de la tierra. En octubre del año 2000 se creó la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red MoniCA Cochabamba) entre el Gobierno Municipal del Cercado, la Universidad Católica Boliviana San Pablo y Swisscontact, a través de su Proyecto Ecología Urbana. En el año 2004, se unen al esfuerzo - el Proyecto AIRE LIMPIO de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), ejecutado por Swisscontact – el Complejo Hospitalario Viedma y el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Medicina de la Universidad Mayor de San Simón, iniciando conjuntamente el estudio denominado ICAS (Impacto de la Contaminación Atmosférica en la Salud).

(a) Objetivo General

El objetivo general del estudio ICAS es evaluar el efecto de los gases contaminantes dióxido de nitrógeno y ozono sobre la prevalencia de patologías relacionadas a la contaminación atmosférica, en la población del municipio del Cercado de Cochabamba, en el período 2004 al 2005.

(i) Material & Métodos

Se diseñó un estudio epidemiológico de tipo ecológico y de series de tiempo, aplicándose un modelo de regresión de Poisson. Para el cálculo de la fracción atribuible del riesgo, se aplicó la herramienta “Air Quality” recomendada por la OMS. Como variables explicativas fueron consideradas las concentraciones de los contaminantes: dióxido de nitrógeno (NO_2) y ozono (O_3). El análisis del número de casos de las patologías asociadas a la contaminación atmosférica (variables resultado) consideró información de 32 establecimientos de salud; se incluyeron como variables de confusión la temperatura ambiental, la humedad relativa y el comportamiento estacional de ambos tipos de variables.

(ii) Resultados

Los resultados encontrados sugieren que ambos contaminantes tienen efectos negativos sobre la salud, a pesar de que los promedios máximos de dióxido de nitrógeno (NO_2) tanto de una hora como de 24 horas se mantienen por debajo de los valores guía recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y debajo de los límites del Reglamento en Materia de la Contaminación Atmosférica de la Ley Boliviana de Medio Ambiente (Ley 1333). El ozono (O_3) presenta concentraciones que superan los mencionados valores guía solamente entre septiembre 2004 y enero 2005 (época primavera-verano).

Se encontró un efecto significativo del ozono (O_3) sobre el número de casos de asma crónico, la

Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y rinitis. El dióxido de nitrógeno (NO₂) mostró efecto significativo sobre el número de consultas de asma crónico, ataque de asma, bronquitis aguda, las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) y rinitis. No se comprobó relación de ninguno de los dos contaminantes estudiados con al aparición de casos de bronquitis crónica ni conjuntivitis.

Las patologías de mayor prevalencia durante el período de estudio fueron las IRAS y la bronquitis aguda, con incremento en el número de casos de IRAS en invierno y primavera, en tanto que la bronquitis aguda presentó un incremento invernal.

A la contaminación por NO₂ se le atribuyen dos casos por año de asma crónico; en el caso del asma agudo, se pudo evidenciar dos casos atribuibles por año (1,9 %). Doce casos de bronquitis aguda son atribuibles al NO₂ (1,9%). Para la patología de mayor incidencia, IRAS, se halló que 1,9 % de casos se relaciona con este contaminante, con un número absoluto de casos atribuibles de 56. Finalmente se le atribuyen 11 casos anuales de Rinitis aguda y crónica (2,4%).

El O₃ por su parte, contribuye con un caso anual de asma crónico (3,6%). Del análisis de comportamiento de las EPOC se obtuvo que 3 consultas más por año (1,8 %) son atribuibles a la contaminación por O₃. Se hallaron 8 casos atribuibles de rinitis (2,5%) durante el periodo de estudio.

(iii) Conclusiones

Las concentraciones de ambos contaminantes evidencian un comportamiento estacional con incrementos en primavera para el O₃ y en invierno para el NO₂, mostrando relación con las patologías de mayor prevalencia que fueron las Infecciones Respiratorias Agudas y la Bronquitis Aguda. La presencia de los contaminantes tiende a incrementar el número de consultas de modo variable según el contaminante y la patología estudiados. El grupo etéreo más afectado es el de menores de 5 años (36,2% de los casos). Si se añade el segundo quinquenio de la vida, este porcentaje asciende hasta 46,4 % del total de casos estudiados.

Las concentraciones de ozono demuestran tener una influencia directa en el asma crónico, en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y en la rinitis. Se demostraron efectos significativos del dióxido de nitrógeno en el asma crónico, asma agudo (ataque de asma), bronqui-

titis aguda, infecciones respiratorias agudas y rinitis. En el caso del asma crónico, la influencia se manifiesta el mismo día de la consulta; para el ataque de asma y las IRAS con tres días de retardo; para la rinitis se evidencia un retardo de 5 a 6 días.

A pesar de que las concentraciones se mantienen por debajo de los límites permisibles (OMS y ley 1333 de Bolivia), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el ozono (O₃), inciden en la salud de la población del Cercado de Cochabamba, el Municipio urbano más importante de la región de los valles.

(iv) Recomendaciones

Propiciar espacios para introducir el tema de la contaminación atmosférica y su impacto en la salud de la población, en los Ministerios de Salud, el Ministerio de Planificación para el Desarrollo a través del Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente, de Educación, de Servicios y Obras Públicas. Promover el fortalecimiento y actualización técnica en la problemática de contaminación atmosférica dirigida hacia los tomadores de decisiones y personal técnico de los Gobiernos Municipales y del Gobierno Nacional.

Generar información y formación sistemática y rigurosa; involucrando Universidades, Institutos de formación superior, a partir del fomento a la Investigación en la temática de contaminación atmosférica y salud, y a través de la creación de instancias de formación bien estructuradas en los centros de formación mencionados.

Promover la definición de políticas y estrategias locales orientadas al control de la contaminación atmosférica y su impacto en la salud, a través de la generación de acciones específicas de las autoridades prefecturales, municipales y de salud. Promover la generación de un Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica de Aire, sustentado por una política sectorial y apoyando por el Sistema Nacional de Información en Salud (SNIS).

Fortalecer las redes de monitoreo (en los niveles técnico, administrativo y logístico) que haga posible el funcionamiento de redes con una estructura multidisciplinaria y transectorial y que permita la obtención de resultados en función de estándares priorizados por la OMS, actualizando el tipo y frecuencia de monitoreo (material particulado de 2,5µ ó menor) monitorizados diariamente.



I. Introducción

Hasta hace pocos años se tenía el concepto de que la contaminación atmosférica era una molestia que había que tolerar, como una consecuencia inevitable del progreso, de la vida urbana como tal e incluso se la consideraba como un símbolo de la prosperidad. Sin embargo, con el desarrollo de la tecnología y la investigación, se ha demostrado que los efectos de la contaminación – el hollín, el humo, los gases y los olores – en la población no son simples molestias, sino que en muchos casos influyen notablemente sobre la salud del ser humano y el estado del medio ambiente.

Bolivia – a pesar de no ser un país altamente industrializado – presenta niveles de contaminación atmosférica elevados en sus ciudades, fundamentalmente debido a la presencia de contaminantes generados por el parque automotor, cuyas emisiones de dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) y material particulado (MP), son especialmente significativos en las ciudades del llamado eje troncal: El Alto, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. En estas cuatro urbes del eje troncal, donde vive aproximadamente la mitad de la población boliviana, circula más del 80% de los vehículos registrados en el país. Las elevadas emisiones de contaminantes primarios (NO_2 , CO, HC, MP) fomenta además la formación de contaminantes secundarios, tal como es el caso del ozono (O_3).

La ciudad de Cochabamba, por sus características topográficas y climatológicas, es particularmente vulnerable a la contaminación atmosférica, puesto que se encuentra en un valle enclavado entre montañas, con un clima templado durante la mayor parte del año. Todos los mencionados son factores que desfavorecen la ventilación y contribuyen a la inversión térmica, cuyo efecto principal es la permanencia de los contaminantes en la atmósfera.

Desde finales del año 2000, Cochabamba cuenta con una red de monitoreo que registran la contaminación atmosférica, denominada Red MoniCA Cochabamba. Los contaminantes con mayor presencia en la atmósfera y que tienen efectos directos sobre la salud son: las partículas suspendidas, el dióxido de nitrógeno, el ozono, el monóxido de carbono y el dióxido de azufre (Programa Aire Puro, 2003; CEPIS-OMS, 2003). A estas sustancias se las ha denominado “contaminantes criterio”. En el presente estudio fueron considerados el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el ozono (O_3).





II. Antecedentes

En el año 2001, el Banco Mundial realizó una revisión de la carga de enfermedad originada por riesgos ambientales en América Latina. Para ello se utilizaron los años de vida ajustados en función de discapacidad (AVAD). El análisis reportó que el 11% de los AVAD perdidos se atribuyó directamente a factores ambientales, como la deficiente calidad del agua o del aire. El mismo informe estima que la carga de enfermedad originada por la contaminación atmosférica en las próximas dos décadas se traducirá en un promedio de 140 000 muertes prematuras al año y una pérdida anual de 4 millones de AVAD en la región, si no se adoptan medidas para mejorar la calidad del aire en las ciudades y los hogares.

Existen innumerables evidencias epidemiológicas de los efectos de la contaminación del aire sobre la salud. Una de las más conocidas y mejor descritas sucedió en el valle del Río Mossa (Bélgica) en diciembre del año 1930. El humo generado por las fábricas, combinado con la niebla, formó una mezcla que afectó a miles de personas y causó la muerte a setenta de ellas en un lapso de tres días. El número de muertes ocurridas fue 10,5 veces mayor al calculado para esa época del año. Las autopsias realizadas identificaron como agente etiológico a una sustancia química irritante que actuó sobre el epitelio respiratorio. Después de un estudio de todos los gases y aerosoles vertidos a la atmósfera por las industrias en la región, se determinó que se trataba probablemente de una mezcla de dióxido y trióxido de azufre y otros productos, cuya acción química contribuyó a las manifestaciones clínicas. (Molina, Brown, Prieto. La Habana Cuba, 1998)

Haciendo una recopilación de casos similares, encontramos otro episodio en Donora (Pensilvania) en 1948, con afectación del 42% de un total de 5 910 habitantes, en los cuales se presentaron síntomas como irritación de ojos, nariz y garganta, tos, cefalea, náusea y vómitos, oca-

sionando la muerte a veinte personas. Otro caso tuvo lugar en Poza Rica (México) en 1950, además de los eventos ocurridos en Los Ángeles en 1942 y en Londres en los años 1952, 1954 y 1955. Actualmente se sabe que en países con elevado grado de contaminación como Estados Unidos, la contaminación atmosférica es responsable de hasta 60 000 muertes prematuras anuales, por neumonía o enfermedades pulmonares crónicas (íbid).





III. La contaminación atmosférica en la actualidad

La Organización Mundial de la Salud (OMS) atribuye el aumento de enfermedades respiratorias agudas y crónicas, observado en los últimos años, a la contaminación atmosférica. El informe *“Ambientes saludables para los niños”* Documento de antecedentes OMS. 2003: N° 3, señala que dos millones de niñas y niños menores de cinco años mueren cada año por infecciones respiratorias agudas. Se estima además que alrededor del 25% de las personas en el mundo están expuestas a elevadas concentraciones de contaminantes del aire.

En América Latina la situación se agrava debido a factores particulares, como los altos índices de pobreza, la desnutrición y la falta de implementación de la medicina preventiva – todos factores que conllevan a altas tasas de morbilidad y mortalidad por infecciones respiratorias en los niños y ancianos, así como a enfermedades cardiovasculares, cáncer de pulmón, trastornos respiratorios crónicos en adultos, asma y otras afecciones.

El aporte porcentual de las fuentes que emiten contaminantes a la atmósfera varía de acuerdo a múltiples factores. Un ejemplo: mientras que en los países en vías de desarrollo, el tráfico vehicular causa aproximadamente el 70% de la contaminación atmosférica, en los países desarrollados se le atribuye alrededor del 42% de la contaminación del aire (Alley, 2001; Programa Aire Puro, 2003). Hace ya décadas que la preocupación por la calidad del medio ambiente ha adquirido para la humanidad una importancia central. Los grandes conglomerados urbanos son los que mundialmente han sufrido mayores daños – sin embargo, el aire tiene la particularidad de no respetar fronteras (ni geográficas ni políticas), por lo que la contaminación atmosférica puede extenderse por las corrientes de aire a todas partes, tanto horizontal- como verticalmente. Esta facilidad de desplazarse hace evidente que la contaminación atmosférica es uno de los problemas medioambientales más importantes que

enfrenta la humanidad.

Químicamente, los contaminantes atmosféricos pueden ser clasificados en primarios y secundarios. Los contaminantes primarios – como los óxidos de azufre (SO_x) o el monóxido de carbono (CO) – son aquellos que son directamente descargados por las fuentes a la atmósfera, resultado de actividades humanas o naturales. Por otro lado, los contaminantes secundarios – como el ozono (O_3) – son los que se forman en la atmósfera, como resultado de reacciones químicas entre diferentes contaminantes (Miller, 1990). Cada año, los países industrializados generan miles de millones de toneladas de contaminantes. Los contaminantes atmosféricos más frecuentes y más ampliamente dispersos son el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el ozono (O_3), el dióxido de carbono (CO_2) y el material particulado (MP), contaminantes criterio regulados por las Normas Nacionales de la Calidad de Aire Ambiente de los Estados Unidos (NAAQS) (De Nevers, 1998).

El ozono (O_3) es un gas que se forma en la troposfera, producto de la reacción entre los óxidos de nitrógeno y varios compuestos orgánicos volátiles en presencia de radiación solar (Wark & Warner, 1996). Es una forma alotrópica del oxígeno, de color azul pálido. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha propuesto que la concentración debajo de la cual no existirían riesgos para la salud es el $120 \mu g O_3/m^3$ en ocho horas, valor actualizado en el año 2005 por el “WHO Air Quality Guidelines Global Update” a $100 \mu g O_3/m^3$. Se considera también un valor guía para la exposición a corto plazo (media horaria de $360 \mu g O_3/m^3$).

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un gas incoloro, aunque en grandes concentraciones presenta un color café pardo. Se produce por la quema de combustibles a altas temperaturas. El valor guía recomendado por la OMS es de $40 \mu g NO_2/m^3$ (media anual) y de $200 \mu g NO_2/m^3$ (media horaria). El límite permisible en Bolivia se ha fijado en $150 \mu g NO_2/m^3$ (media diaria) y en $400 \mu g NO_2/m^3$ (media horaria) (Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de la Ley 1333).

En el presente estudio fueron considerados únicamente NO_2 y O_3 ; no así los restantes contaminantes criterio, por ser contaminantes monitoreados por la Red MoniCA con la frecuencia y calidad requerida para realizar un estudio epidemiológico como el presente.

El nivel de la contaminación atmosférica suele expresarse en microgramos de contaminantes por metro cúbico de aire; ó en partes por millón (ppm), es decir, el número de moléculas de contaminantes por millón de moléculas de aire. Se incluyen los valores de varios países al respecto. (Anexo 1 y 2).

Los factores básicos que influyen en el movimiento de los contaminantes en el aire son el viento, la estabilidad y la altura de mezclado (Alley, 2001; CEPIS-OMS, 2003). Los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana son diversos y dependen de factores como la concentración del contaminante en la atmósfera y el tiempo de exposición. El tiempo de exposición a la contaminación atmosférica finalmente divide los efectos en agudos – que ocurren a corto plazo – y en crónicos – que ocurren a largo plazo (Ballester, 1999; CEPIS-OMS, 2003).

Los efectos producidos a corto plazo (los más estudiados) son “inmediatos y reversibles”, y se producen en menos de una semana posterior a la exposición al contaminante. Estos síntomas son (entre otros) la irritación de ojos, dolor de cabeza y náuseas (Ballester *et al.*, 1999; CEPIS-OMS, 2003). De manera general se puede decir que los efectos agudos tienen relación con concentraciones elevadas sobre los umbrales permitidos por la OMS y se refieren a empeoramiento de la sintomatología en pacientes asmáticos, con decremento de la función pulmonar.

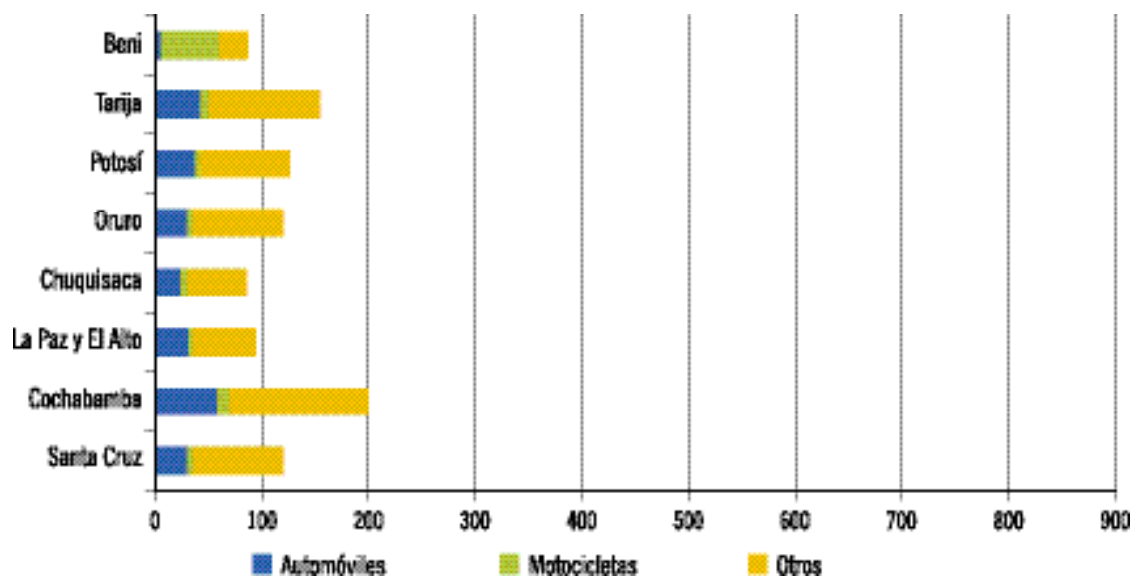
En cambio, los efectos a largo plazo se manifiestan tardíamente porque son producto de una prolongada exposición a moderados niveles de contaminantes. Los efectos crónicos, como la disminución de la capacidad pulmonar y el cáncer, son generalmente irreversibles (Ballester *et al.*, 1999; CEPIS-OMS, 2003). Los efectos crónicos no han sido totalmente definidos, pero se ha detectado que afectan sobre todo al pulmón, bazo, hígado y al torrente circulatorio. Estudios ecológicos en Japón han logrado relacionar la mortalidad por cáncer de pulmón con concentraciones elevadas de NO_2 .

En Bolivia la contaminación atmosférica de las ciudades principales no es tan importante como en otras grandes urbes sudamericanas. Sin embargo, existe una tendencia sostenida hacia el deterioro de la calidad del aire, sobre todo en las ciudades del eje troncal: El Alto, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. El aporte de las fuentes fijas (industria) a la contaminación atmos-

férica es poco importante, mientras que el parque automotor es la principal causa de la contaminación del aire, por tratarse de vehículos de tecnología obsoleta (carburador, en vez de inyección) y de deficiente mantenimiento.

Cochabamba, una de las ciudades más densamente pobladas del país (Ver datos demográficos en Anexo 3), es particularmente vulnerable a la contaminación del aire, debido a las características topográficas y climatológicas del valle que desfavorecen la ventilación. Por lo tanto se manifiestan con frecuencia las consecuencias de la inversión térmica, que conduce a la acumulación de contaminantes atmosféricos durante días o incluso semanas cerca de la superficie de la tierra. Cochabamba es además la ciudad más motorizada de Bolivia (200 vehículos por cada 1000 habitantes) y como consecuencia la que mayores problemas de contaminación atmosférica presenta (Figura 1).

Figura 1. Tasa de crecimiento del parque automotor en grandes ciudades de Bolivia comparación del crecimiento a escala nacional 1999-2005 (Número de vehículos por mil habitantes)



Fuente: "Semanas de Aire Limpio en Bolivia", Abril 2006. Proyecto AIRE LIMPIO





IV. Justificación

El crecimiento demográfico de los grandes conglomerados urbanos va de la mano con un incremento acelerado del parque automotor, principal responsable de la contaminación atmosférica en los países en vías de desarrollo. El hecho que Cochabamba es una de las ciudades de mayor crecimiento poblacional de Bolivia y presenta características topográficas y climatológicas que favorecen la contaminación atmosférica, despertó el interés de instituciones dedicadas a la protección del medio ambiente como de la salud humana. Las autoridades competentes (Gobiernos Municipales, Prefecturas, Ministerio de Salud y Deportes) carecen actualmente de información confiable acerca de la relación de la contaminación atmosférica con las enfermedades, siendo la misma importante para el planteamiento de políticas y estrategias dirigidas a la prevención de daños en la salud.

En la ciudad de Cochabamba, se creó en octubre del año 2000 la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red MoniCA Cochabamba) a partir de un acuerdo interinstitucional entre el Gobierno Municipal, la Universidad Católica Boliviana San Pablo y Swisscontact (entonces dentro del marco del Proyecto Ecología Urbana). El objetivo general de la Red MoniCA Cochabamba es el de determinar los niveles de contaminación atmosférica en la ciudad, informar a la población y a los organismos responsables sobre la calidad del aire y respaldar las acciones y políticas para la gestión de la calidad del aire en la ciudad. El lector interesado puede encontrar el mapa correspondiente en el anexo 4, la ubicación de los sitios de monitoreo de la red en el anexo 5 y la descripción del funcionamiento de la Red MoniCA Cochabamba en el anexo 6.

La información generada por la Red MoniCA Cochabamba en los últimos cuatro años ha permitido tener un buen conocimiento respecto de los niveles de los contaminantes criterio. Al no existir ninguna información acerca del impacto

de la contaminación atmosférica sobre la salud de la población, se hizo necesario plantear un estudio epidemiológico, dando origen al Proyecto de Investigación “Impacto de la Contaminación Atmosférica en la Salud” (ICAS), como iniciativa del Proyecto AIRE LIMPIO de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), ejecutado por Swisscontact. Forman parte de este estudio interinstitucional el Ministerio de Salud y Deportes, el Complejo Hospitalario Viedma, el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Medicina de la Universidad Mayor de San Simón y la Universidad Católica Boliviana San Pablo.

La importancia de ejecutar un estudio epidemiológico que relacione los datos generados por una red de monitoreo de calidad del aire con los datos de morbilidad, es la de aportar información confiable como herramienta para elaborar políticas de salud pública y ambientales para la gestión de la calidad del aire. La finalidad última del proyecto ICAS es la de promover la creación de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica en materia de contaminación atmosférica en el Municipio del Cercado de Cochabamba; para prevenir los riesgos potenciales y reales debidos a la contaminación por dióxido de nitrógeno y ozono, limitando los posibles impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud de la población.





V. Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de los gases contaminantes dióxido de nitrógeno y ozono sobre la prevalencia de patologías relacionadas a la contaminación atmosférica, en la población del municipio del Cercado de Cochabamba, en el período 2004 al 2005.

Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de los parámetros dióxido de nitrógeno (NO_2) y ozono (O_3) en el municipio del Cercado durante el período de estudio (Mayo 2004 - Abril 2005).
- Describir el perfil epidemiológico de las patologías asociadas (enfermedades respiratorias, conjuntivitis) a la contaminación atmosférica, en el Municipio del Cercado de Cochabamba, durante el período de estudio.
- Determinar la relación de dióxido de nitrógeno y el ozono con las patologías específicas estudiadas.





VI. Material y Métodos

6.1. Diseño

El ICAS (Impacto de la Contaminación Atmosférica en la Salud) es un estudio ecológico que utilizó un diseño de series de tiempo, en el que se contrastan las variaciones en la concentración de los contaminantes (NO_2 y O_3) en el tiempo, con otra serie temporal de las enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica, aplicando un modelo de regresión de Poisson con análisis GLM (análisis lineal generalizado).

Las unidades de análisis fueron constituidas por las concentraciones de los contaminantes (variables explicativas: NO_2 y O_3); por el número de casos de la patología asociada a contaminación atmosférica (variables resultado) y se ajustaron como factores de confusión la temperatura ambiental, humedad relativa, el comportamiento estacional de ambos tipos de variables (variables confusoras).

Para el cálculo de la fracción atribuible del riesgo (es decir número de casos atribuibles a la presencia de contaminantes), se aplicó la herramienta recomendada por la OMS, "Air Quality". (WHO air quality guidelines global update 2005; Report on a Working Group Meeting, Bonn, Germany 18-20 October 2005).

La Investigación ICAS se llevó a cabo en el Municipio del Cercado, Cochabamba; en un período de tiempo comprendido desde mayo 2004 a abril 2005 (un año calendario).

Por tratarse de un estudio epidemiológico de tipo ecológico, en la presente investigación se consideró que la población expuesta a la contaminación atmosférica es el total de la población del Cercado (Tabla 1, pag. 24), tomando como población afectada a la que acudió a consultar durante el período de referencia en los 32 establecimientos de salud, equivalente al 80% de cobertura en Servicios Asistenciales. (Listado de establecimientos de salud, Anexo 7).

6.2. Definición operacional de variables

Variables Resultado

Se considero a la población total del Cercado de Cochabamba expuesta a la contaminación atmosférica, que acudió a consultar durante el período de referencia en los 32 establecimientos de salud, equivalente al 80% de cobertura en Servicios Asistenciales (Anexo 7).

Para el presente estudio se consideraron "Definiciones de caso" (aplicando criterios de inclusión y exclusión) para cada una de las variables resultado (enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica), definidas por Ballester, CEPIS-OMS, 2003 y para el análisis se tomó en cuenta el número de casos de cada patología (Anexo 8).

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

A. Criterios de inclusión

Pacientes de ambos sexos sin restricción de edad, atendidos en los establecimientos de salud definidos para el estudio, con los diagnósticos finales de:

- Asma crónico
- Ataque de asma
- Bronquitis aguda
- Bronquitis crónica
- EPOC
- IRAS
- Rinitis
- Conjuntivitis

B. Criterios de exclusión

Pacientes con diagnósticos diferentes a las

patologías de estudio o con sobre posición de dos o mas diagnósticos distintos.

Pacientes con diagnósticos de patología respiratoria no relacionada a la contaminación atmosférica.

Al establecer las definiciones operacionales de las patologías estudio, se buscó garantizar la calidad y el número de registros por patología en todos los establecimientos de salud participantes del estudio.

Para la recolección de información en los establecimientos de salud se elaboró el formulario: "Impacto de la contaminación Atmosférica en la Salud – Municipio Cercado Cochabamba", Resolución Ministerial N° 0309, 27 de mayo 2004. (Anexo 9,10). El mismo se validó en 3 Establecimientos de Salud y se corrigió para su posterior aplicación. Para la obtención de datos definitivos, se estableció un período de prueba de dos meses para el llenado de los formularios a cargo del personal de salud, especialmente capacitado para la recolección de información. La información final de los meses de estudio fue depurada antes del análisis.

Variables Explicativas

Los reportes de Monitoreo automático de dióxido de nitrógeno y ozono en el periodo de estudio, Red MoniCA – fueron obtenidos mediante equipos automáticos de monitoreo en tiempo real, con datos promedio cada 15 minutos. Los parámetros que se consideraron en el estudio para cada contaminante atmosférico, fueron los "Parámetros de Concentración de Contaminantes" establecidos por la OMS y la EPA (1970) (KIELY, 1999), que son los mejor estudiados con respecto a sus efectos sobre la salud.

Las frecuencias de medición han sido tomadas de los estándares guía de la Organización Mundial de la Salud: para el NO₂ el promedio máximo de 1 hora y promedio máximo en 24 horas y para el O₃ el promedio máximo de 1 hora

y promedio máximo de 8 horas.

La información recopilada para este estudio corresponde a la estación de monitoreo de SEMAPA, que es una de las estaciones más completas de la Red MoniCA Cochabamba.

Los valores obtenidos del monitoreo fueron contrastados con los valores guía establecidos por la OMS y los límites permisibles del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de la Ley 1333 del Medio Ambiente de Bolivia.

Variables Confusoras

Se consideraron como posibles factores de confusión aquellos que potencialmente puedan influir en las variables resultado. Entre estas se incluyeron la temperatura ambiental, humedad relativa y el comportamiento estacional de las variables. Los datos meteorológicos (variables confusoras) para el período estudio fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología (SENAMHI) de la estación de AASANA para el periodo de mayo del 2004 a abril del 2005.

6.3. Tratamiento de los datos

El conjunto de la información obtenida está contenida en tres bases de datos que fueron fusionadas para el análisis.

- I. Datos de contaminantes atmosféricos NO₂ y O₃ para los años 2004 – 2005, proporcionados por la Dirección de Gestión Ambiental (Gobierno Municipal de Cochabamba). La falta o incoherencia de datos fueron corregidas mediante interpolaciones lineales (a partir de datos "zero/span"), considerando valores de días previos y posteriores al día con algún vacío de información. Sin embargo, el monitoreo y registro de los contaminantes tienen datos válidos por encima del 75%.
- II. Información de fichas epidemiológicas de los establecimientos de salud, almacenados en una base de datos formato MDB (Access), fuente: Proyecto Aire Limpio (AL). La cons-

Tabla 1. Características demográficas y geográficas de Cochabamba, Bolivia

Municipio	Población Total	Tasa de Crecimiento	Superficie en Km ²	Densidad Poblacional
Cercado	541,724	2,39	301,61	1796,10

Fuente : SNIS, SEDES Cochabamba Indicadores Demográficos por Municipio, 2004 - 2005

trucción de los valores de cada variable resultado se realizó bajo el supuesto de independencia entre ellas; en ese sentido, un paciente ha podido reportar más de una consulta, no obstante el carácter independiente de éstas hace que el total de observaciones 1/0 sea siempre igual al total del número de consultas del periodo en estudio.

III. Datos de humedad relativa y temperatura para el periodo mayo 2004 – abril 2005, proporcionados por SC y por SENAMHI (AASANA).

Esta información fue puesta toda en un formato matriz de bases de datos, en la que se definieron las unidades y se asignaron formatos a cada una de las variables. Una vez homologadas en el formato descrito, se exportaron todas a SAS (*.sas7bdat), para su manejo y procesamiento estadístico. Para este efecto se utilizó el paquete *Stata Transfer v6*.

Las bases de datos fueron manipuladas en SAS y a manera de uniformizar su contenido y obtener una base de datos consolidada se elaboraron códigos SAS en los que se documenta el manejo de bases de datos realizado. Del mismo modo, se realizó un control de inconsistencias (fechas, registros duplicados, valores extremos) y corrección de los mismos mediante los códigos mencionados, de manera que las bases de datos originales no sufrieron modificación, mas se generaron bases de datos con las correcciones realizadas por los códigos SAS.

Procesamiento de variables resultado

Se obtuvieron distribuciones de frecuencias y cálculo de estadísticos de localización y dispersión para la descripción de la población de consultas de las 8 patologías descritas, correspondientes al periodo en estudio, según edad, sexo y mes.

Procesamiento de variables explicativas

Al modelo de variables confusoras seleccionadas anteriormente, se adicionó el efecto de O₃ y NO₂ así como de sus retardos de 0 a 7 días para medir efecto de los contaminantes sobre el número de consultas de las 8 patologías en estudio según el tipo de modelo explicativo-auto regresivo para la modelización de series cronológicas (Czernichow, et al., 2001).

La selección de los parámetros de autorregresión en la variable respuesta se la hizo a través del análisis de funciones de autocorrelación, selec-

cionando los retardos que sean significativamente superiores (en valor absoluto) al intervalo de confianza al 95%. En ese sentido se usó un modelo de regresión de Poisson con series temporales de tipo GLM (Tenías et al., 1999; Fox, 2002 Tobías & Sáez, 2004). Para esto se introdujeron términos sinusoidales de tipo seno y coseno con el objeto de controlar la estacionalidad de las patologías.

El análisis de identificación de factores de confusión se lo realizó en base a la selección de un modelo inicial o basal (Tobías & Sáez, 2004; Iñiguez et al, 2003) compuesto por las variables confusoras más importantes seleccionadas mediante una regresión de POISSON con cada patología como variable de respuesta y la adición de cada uno de los factores confusores mencionados en el modelo de regresión siguiente, según lo recomendado por Iñiguez et al. (2003).

Donde:

- i = 1,2,...,p (Número de variables con fusoras)
- t = 1,2,...T (Tiempo)
- Y_t = Número de consultas de una patología dada, observadas al tiempo t
- b_0 = Media general
- b_i = Cambio en el número de consultas debido al efecto del i -ésimo factor de confusión.
- x_{it} = Valor del i -ésimo factor de confusión observado al tiempo t .

Procesamiento de variables confusoras

Se debe hacer notar que en el caso de la humedad relativa y la temperatura se incluyeron las variables relacionadas al tiempo t así como los retardos de orden 0 a 7 días. En el modelo de Poisson utilizado se controló la sobre-dispersión en caso de ser necesario, haciendo uso de la estimación del parámetro scale a través de Deviance/df (SAS - 2004).

6.4. Limitaciones del estudio

La cantidad de datos validados (<75%) de otras estaciones de monitoreo del municipio del Cercado de Cochabamba hizo necesario extrapolar a toda una población los datos obtenidos de la estación de Monitoreo de SEMAPA.





VII. Resultados

El estudio se realizó en el período de mayo del 2004 hasta abril del 2005, a continuación se presentan los resultados:

7.1. Monitoreo de contaminantes atmosféricos

Los contaminantes usados para el presente estudio se refieren a las concentraciones del dióxido de nitrógeno (NO_2) y del ozono (O_3), recolectadas, revisadas y depuradas por la Red MoniCA.

7.1.1. Concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

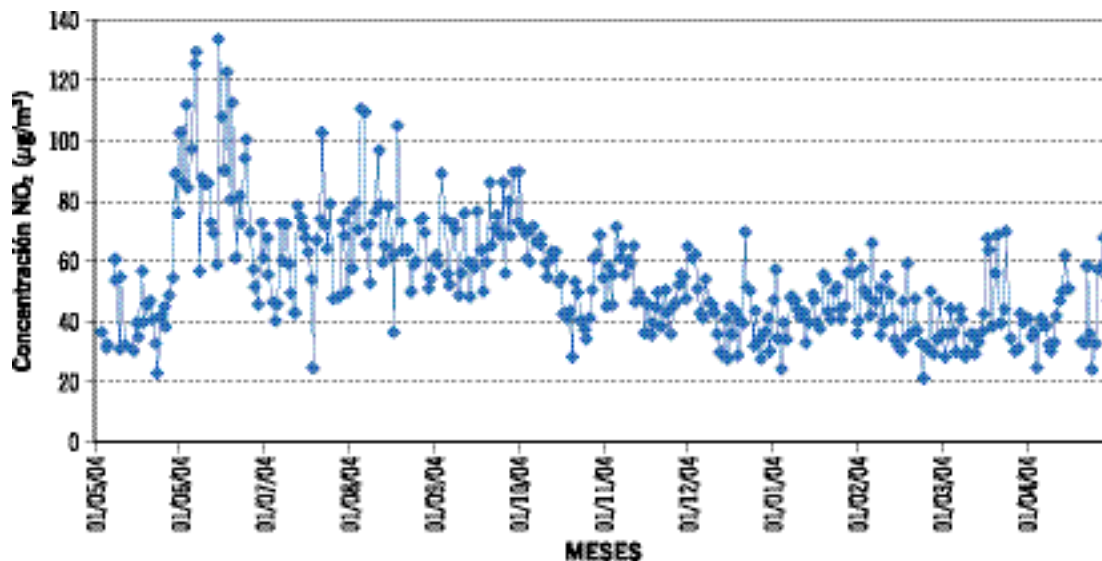
La figura 2 muestra las fluctuaciones de concentración de NO_2 para el parámetro de promedios máximos de 1 hora.

Se observa que durante el período de estudio los

valores estuvieron por encima de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y por debajo de $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio anual de $51,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$; los valores más altos se registraron en los meses de julio a agosto del 2004, en la época de invierno. Desde septiembre del 2004 a abril del 2005 los valores descienden y se mantienen en un intervalo de 20 a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

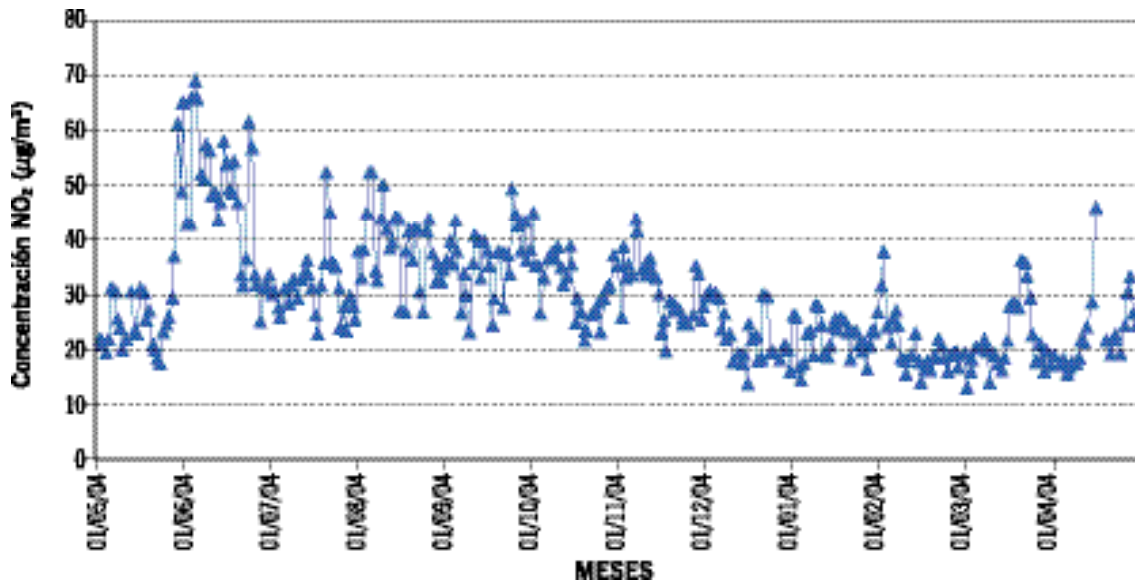
La figura 3 (pag. 28), muestra las fluctuaciones de concentración para un promedio de 24 hrs. Se observa que los valores se encuentran por debajo del límite permisible, oscilando entre 10 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valor promedio anual de $23,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los valores más altos corresponden al mes de junio y parte de julio del 2004.

Figura 2. Concentraciones promedio de máximos de 1 hora de Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Cercado, Cochabamba, Bolivia, 2004 - 2005



Fuente: Datos Red MoniCA, 2004 - 2005 (estación de monitoreo de SEMAPA)

Figura 3. Concentraciones promedio de máximos de 24 horas de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 - abril 2005



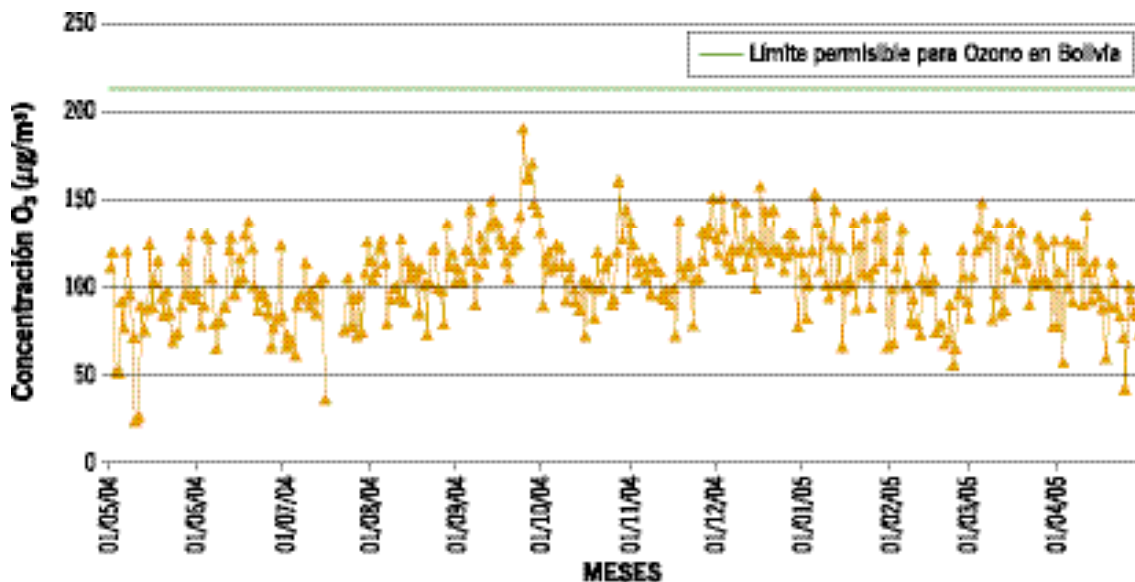
Fuente: Datos Red MoniCA, 2004 – 2005 (Estación de monitoreo de SEMAPA)

7.1.2. Concentraciones de Ozono (O₃)

La figura 4 presenta las concentraciones de promedios máximos por hora de monitoreo para ozono (O₃), los valores están en su mayoría por encima de 50 µg/m³ y por debajo de 200 µg/m³, con una media anual de 102,84 µg/m³; lo cual indica que las concentraciones de O₃ están por debajo de los límites permisibles de la Ley 1333. Se observa un leve aumento de las concentraciones al final de septiembre y noviembre del 2004.

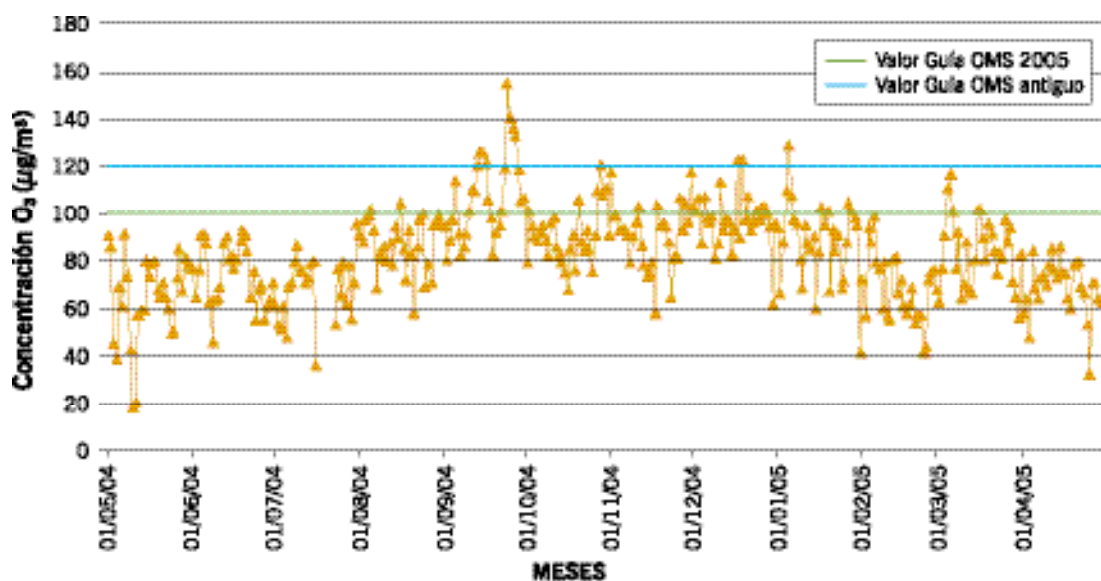
La figura 5 (pag. 29) muestra las concentraciones medidas por la Red MoniCA para O₃ en promedios máximos de 8 horas. Los valores se encuentran entre 20 y 160 µg/m³ (valor guía promedio de OMS 120 µg/m³ para ocho horas). El valor promedio anual fue 79,62 µg/m³. Los valores registrados están en su mayoría por debajo del valor guía. Sin embargo, se identifican algunos valores pico que sobrepasan el valor guía OMS (antiguo: 120 µg/m³ y 2005: 100 µg/m³) hacia finales de septiembre 2004 y enero del 2005.

Figura 4. Concentraciones promedio de máximos de 1 hora de Ozono (O₃), Cercado, Cochabamba, Bolivia, 2004 - 2005



Fuente: Datos Red MoniCA, 2004 – 2005 (Estación de monitoreo de SEMAPA)

Figura 5. Concentraciones promedio de máximos de 8 horas de Ozono (O₃), Cercado, Cochabamba, Bolivia, 2004 - 2005



Fuente: Datos Red MoniCA, 2004 – 2005 (Estación de monitoreo de SEMAPA)

La contaminación más alta fue registrada el 24 de septiembre de 2004 con 159,55 µg/m³. De manera global se puede apreciar un incremento importante en la concentración de O₃ desde agosto con un pico anual el mes de septiembre. Se observan también aumentos moderados los meses de enero y marzo 2005. En cuanto a la concentración de NO₂, el pico mensual se observa el mes de agosto 2004 a partir del cual se reporta una disminución en la concentración del mismo hasta el fin del periodo de estudio.

La tabla 2 resume los valores mínimos, máximos y los promedios hallados para ambos contaminantes.

7.2. Comportamiento epidemiológico de las patologías relacionadas con la contaminación atmosférica

De 46 919 consultas realizadas en los establecimientos de salud, durante el periodo estudio, 16 990 (36,2%) corresponden a niños menores de 5 años, 4 793 (10,2%) a niños entre 6 y 9 años, sumando entre ambos el 46,4% del total de consultas, los otros grupos etéreos a partir de la segunda década de la vida presentan por cada una porcentajes próximos al 5 %. Así mismo un 17,5 % de las consultas no reportan edad del paciente (Tabla 3, pag 30).

Tabla 2. Valores de la concentración de O₃ y NO₂ Cercado – Cochabamba, Bolivia; mayo 2004 - abril 2005

Estadístico	O ₃		NO ₂	
	Max de 1 hr	Max de 8 hrs	Max de 1 hr	media de 24 hrs
Minimo	42,57	33,1	8,31	-18,33
Maximo	189,55	152,12	152,73	55,88
Media	102,84	79,62	51,91	23,74
v.f.	5	4	16	10

v.f.- valor faltante

Tabla 3. Número de casos registrados por grupo etáreo, Mayo 2004 – Abril 2005, Cercado – Cochabamba

Edad	Nº de casos	(%)
0 - 1 año	5 404	11,5
2 - 5 años	11 585	24,7
6 - 9 años	4 793	10,2
10 - 20 años	4 668	9,9
21 - 30 años	2 593	5,5
31 - 40 años	2 236	4,8
41 - 50 años	2 403	5,1
51 - 64 años	2 675	5,7
> 65 años	2 353	5,0
v.f.	8 208	17,5
Total	46 919	100,0

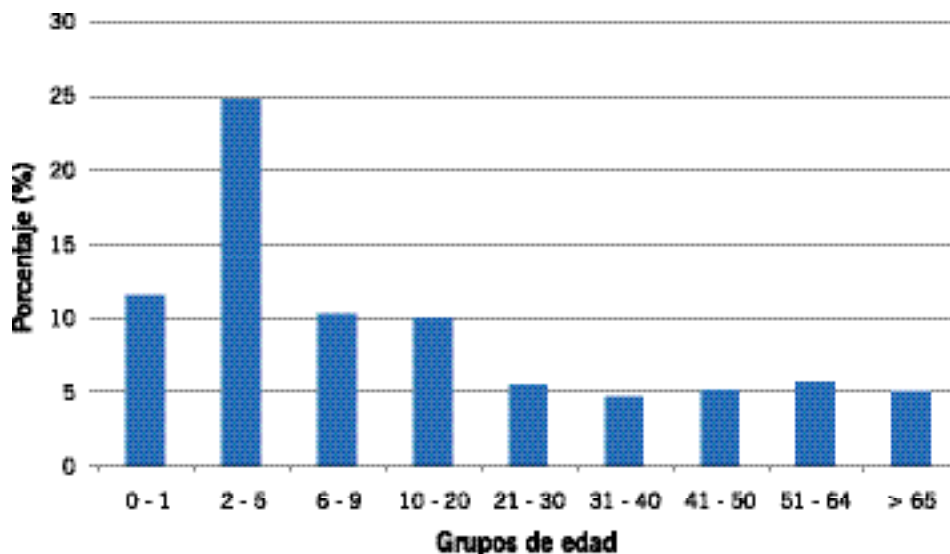
Fuente: Elaboración propia proyecto ICAS

Del total de consultas realizadas en los establecimientos de salud, fueron incluidas **46 919** consultas; de las que el 46,4% (16 990) fueron niños menores de 10 años. De ellas, correspondieron a niños menores a 5 años el 36,2% (16 990), niños entre 6 y 9 años el 10,2 % (4 793). Con respecto a los otros grupos de edad, a partir de la 2ª década de la vida, cada grupo etáreo está representado por porcentajes próximos al 5 %. Un 17,5% de las consultas no reportan edad del paciente (Figura 6).

7.3. Comportamiento de las enfermedades respiratorias y conjuntivitis

De las variables resultado, las IRAS constituyeron el 61,8% de las consultas, seguidas por la bronquitis aguda (13,4%), rinitis (9,1%), conjuntivitis (7,1%), EPOC (Enfermedad pulmonar obstructiva crónica) (3,3%); ataque de asma (2,2%), asma crónico (1,0%) y bronquitis crónica (0,9%). Por otro lado, se observó que la ocurrencia de algunas patologías está asociada a la edad del paciente. La proporción de consultas por IRAS es mayor en menores de 5 años. La prevalencia de las EPOC por el contrario, aumen-

Figura 6. Morbilidad registrada por grupos de edad, Cercado- Cochabamba Bolivia, mayo 2004 – abril 2005



ta con la edad desde 0,3% para menores de un año hasta 12,2% para pacientes de 65 o más años. Del mismo modo, el asma crónico, ataque de asma y la conjuntivitis muestran tendencias a incrementar la proporción de pacientes con la edad. La proporción de consultas por rinitis, se incrementa a partir del año de vida hasta la 3ª década, para luego descender hacia los 65 o más años (Tabla 4).

561 casos de IRAS x 10 000 habitantes, 122 casos de bronquitis aguda x 10 000 habitantes, 83 casos de rinitis x 10 000 habitantes; 65 casos de conjuntivitis 10 000 habitantes; 30 casos de EPOC x 10 000 habitantes; 20 casos de ataque de asma x 10 000 habitantes; 9 casos de asma crónico x 10 000 habitantes; 8 casos de bronquitis crónica x 10 000 habitantes (Figura 7).

El 50,5% de las 46 919 consultas corresponden a pacientes varones, 49,2% a pacientes mujeres. La prevalencia de las 8 patologías mostró ser la misma tanto para pacientes varones como para mujeres (Figura 8, pag 32).

7.4. Prevalencia de las patologías estudiadas

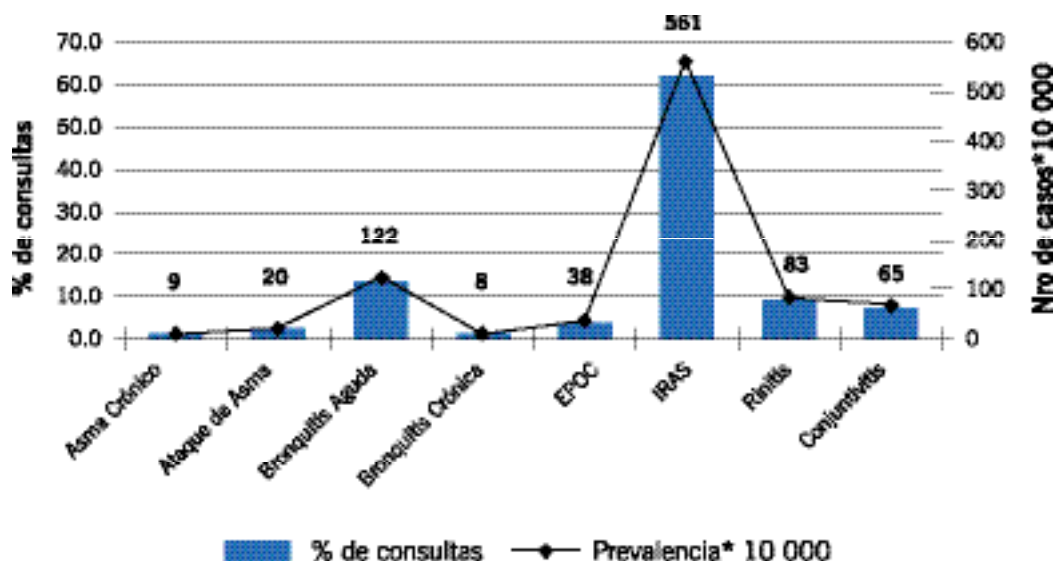
Las IRAS fueron la patología de consulta más frecuente; la prevalencia anual estimada fue de

Tabla 4. Número de casos por patología y grupo de edad, Cercado-Cochabamba Bolivia, mayo 2004 – abril 2005

Grupos de edad	Consulta		Asma crónico		Ataque de asma		Bronquitis aguda		Bronquitis crónica		EPOC		IRAS		Rinitis		Conjuntivitis	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 - 1	3,404	(11,5)	30	(0,6)	52	(1,0)	717	(19,3)	16	(0,3)	17	(0,3)	3,914	(72,4)	325	(6,0)	343	(6,3)
2 - 5	11,586	(24,7)	78	(0,7)	147	(1,3)	1,732	(14,9)	43	(0,4)	95	(0,8)	7,992	(69,0)	924	(8,0)	580	(5,0)
6 - 9	4,793	(10,2)	69	(1,4)	45	(0,9)	776	(16,2)	17	(0,4)	145	(3,0)	3,021	(63,0)	531	(11,1)	184	(3,8)
10 - 20	4,668	(9,9)	56	(1,2)	79	(1,7)	902	(19,8)	50	(1,1)	226	(4,8)	2,735	(58,6)	562	(12,0)	370	(7,9)
21 - 30	2,963	(6,3)	16	(0,6)	61	(2,4)	270	(10,4)	38	(1,3)	211	(8,1)	1,293	(49,3)	357	(13,8)	236	(9,1)
31 - 40	2,236	(4,8)	24	(1,1)	83	(3,7)	283	(12,7)	37	(1,7)	166	(7,4)	1,117	(50,0)	269	(12,0)	188	(8,4)
41 - 50	2,408	(5,1)	39	(1,6)	115	(4,8)	291	(12,1)	35	(1,5)	126	(5,2)	1,275	(53,1)	279	(11,6)	166	(6,9)
51 - 64	2,675	(5,7)	72	(2,7)	180	(6,0)	376	(14,1)	74	(2,8)	237	(8,9)	1,148	(42,9)	295	(11,0)	191	(7,1)
> 65	2,333	(5,0)	68	(2,9)	245	(10,4)	432	(18,4)	88	(3,7)	288	(12,2)	678	(28,8)	199	(8,5)	185	(7,9)
v.f.	8,208	(17,5)	26	(0,3)	48	(0,6)	899	(11,0)	23	(0,3)	23	(0,3)	5,812	(70,8)	536	(6,5)	910	(11,1)
Total	46,919	(100,0)	474	(1,0)	1,035	(2,2)	6,278	(13,4)	421	(0,9)	1,534	(3,3)	28,99	(61,8)	4,277	(9,1)	3,353	(7,1)

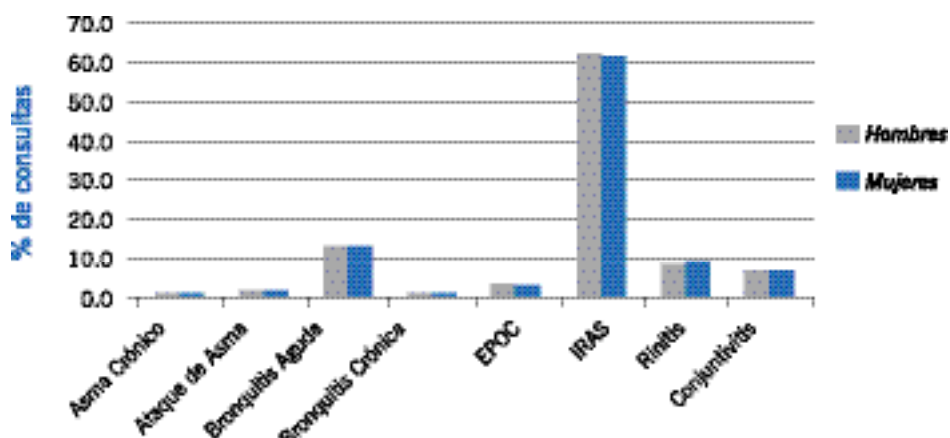
Fuente: Establecimientos de salud
v. f.: Datos faltantes

Figura 7. Prevalencia anual de enfermedades en estudio, Cercado-Cochabamba Bolivia, mayo 2004 – abril 2005



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán - proyecto ICAS

Figura 8. Número de casos de enfermedades en estudio por sexo Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán - Proyecto ICAS

Con respecto al tipo de consultas, según sean estas nuevas o repetidas, mostró en general una baja proporción de consultas repetidas por la misma enfermedad (por debajo del 25%) en el caso de IRAS, rinitis, y conjuntivitis; mientras que se observan mayores proporciones de consultas repetidas para asma crónico, ataque de asma y bronquitis crónica. Las EPOC muestran un 48.0% de consultas repetidas (Figura 9).

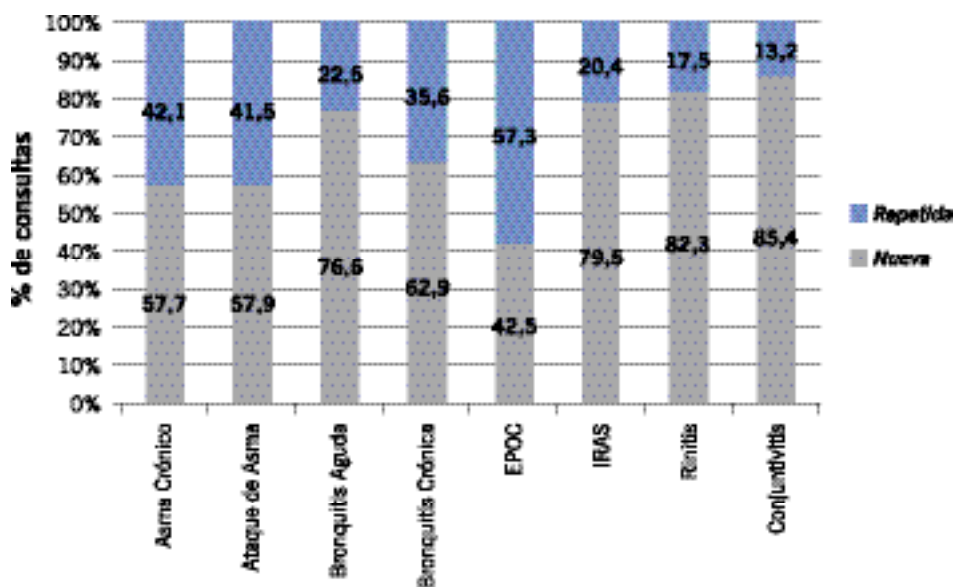
ron dos momentos importantes en número de consultas, los meses de abril, mayo, junio; y octubre; es decir, meses de inicio del invierno (abril-mayo-junio) y de plena primavera (octubre-noviembre).

La bronquitis aguda muestra un mayor número de consultas diarias en los meses de mayo y junio, menor prevalencia el resto del año para volver a incrementarse a partir de abril de siguiente año (Figura 10, pag 33).

7.5. Comportamiento de consultas diarias

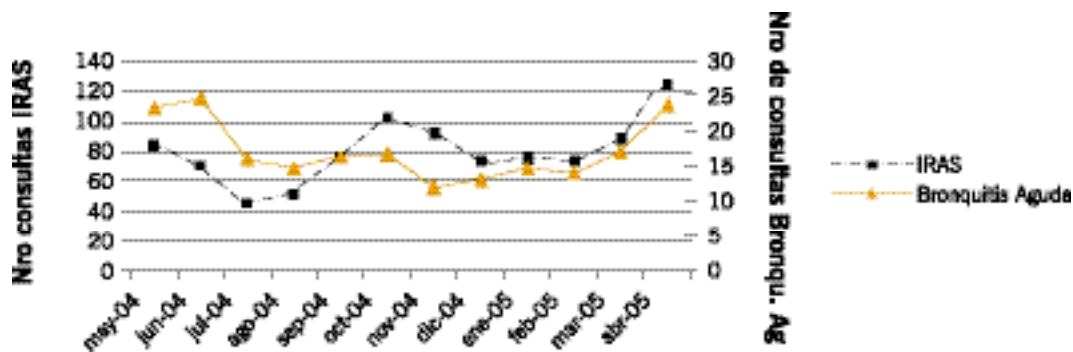
El mayor número de consultas diarias corresponden a las IRAS y bronquitis agudas con promedios de 79,4 y 17,2 respectivamente. Las IRAS tuvie-

Figura 9. Distribución del número de consultas según tipo de consulta Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán - Proyecto ICAS

Figura 10. Comportamiento de las consultas diarias de IRAS y bronquitis aguda Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán - Proyecto ICAS

No existe evidencia de variación estacional en el diagnóstico final de Rinitis y Conjuntivitis. En el caso de EPOC se observa un incremento en el promedio de consultas por esta patología durante la época húmeda (enero, febrero y marzo) (Figura 11).

El ataque de asma muestra tendencia al incremento en noviembre, correspondiente al inicio de la época húmeda; con un segundo pico en marzo, coincidente con el final de la misma. El asma crónico y la bronquitis crónica por el contrario no muestran ningún comportamiento esta-

cional importante (Figura 12)

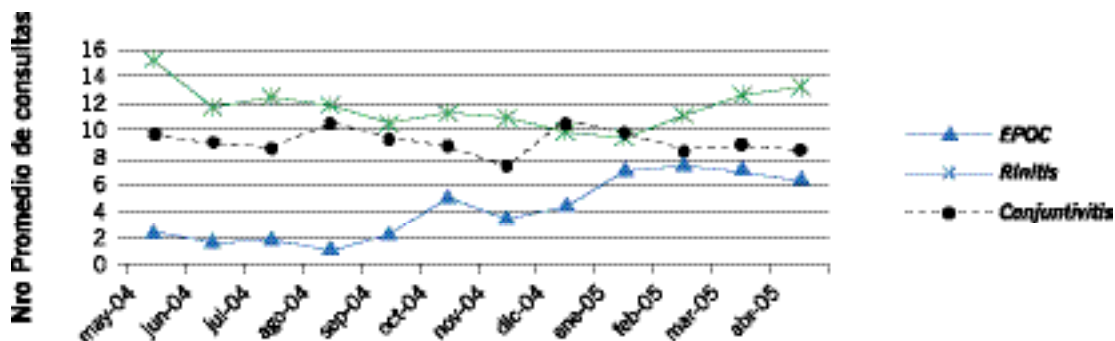
Variables Confusoras

En la Tabla 5 (pag. 34) se resumen los valores de temperatura y humedad relativa registrados durante el periodo de estudio.

7.6. Comportamiento de las variables confusoras

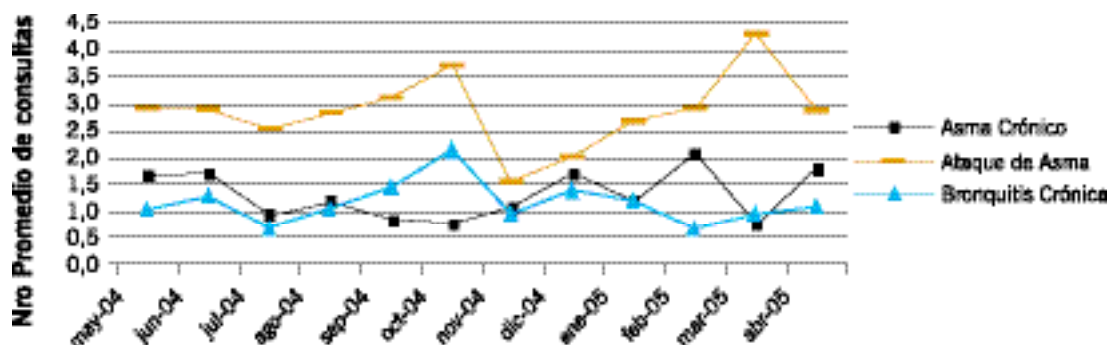
Las variables que reportaron valores con significación estadística para su coeficiente de regre-

Figura 11. Comportamiento de las consultas diarias de EPOC, rinitis y conjuntivitis Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 - Abril 2005



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán - Proyecto ICAS

Figura 12. Comportamiento estacional de consultas diarias: asma crónico, ataque de asma y bronquitis crónica, Cercado Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán - Proyecto ICAS

Tabla 5. Temperatura y humedad relativa el Municipio de Cercado Mayo 2004 – Abril 2005 Cercado – Cochabamba

	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Minima	3,13	12,00
Media	18,34	58,16
Desv. Estándar	6,52	26,72
Máxima	31,80	100,00

Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán

sión) fueron incluidas en el modelo de regresión final.

En los casos en los que existe una asociación significativa entre la presencia del contaminante y la aparición de una patología, se evidencia que el número de consultas tiende a aumentar con el incremento de la temperatura y humedad relativa media (p < 0,01).

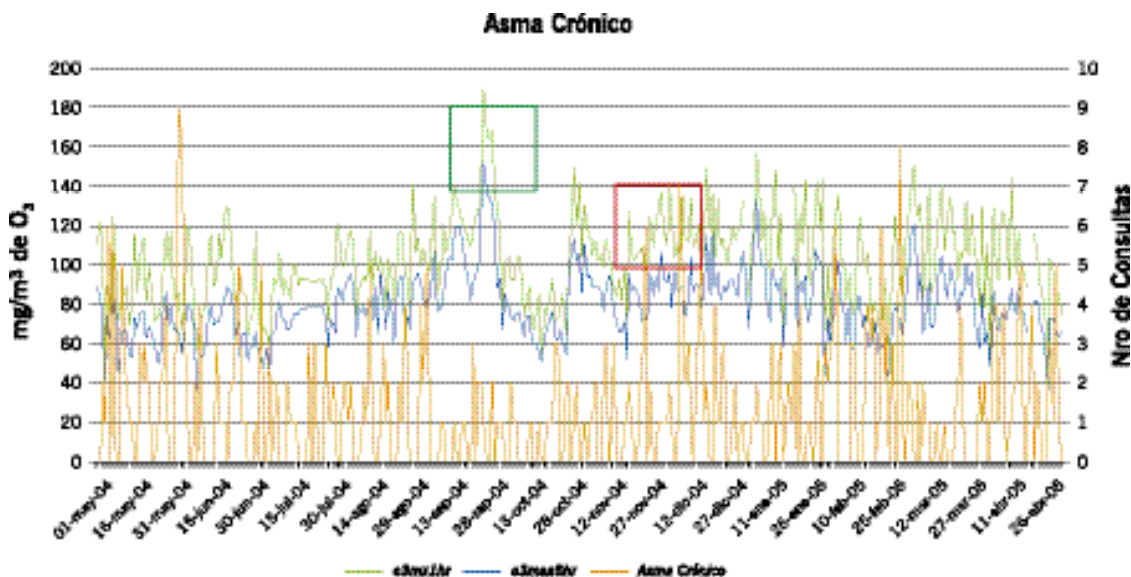
7.7. Relación de los contaminantes con las patologías estudiadas

7.7.1. Efecto de la concentración de O₃ sobre el asma crónico

Se han encontrado efectos significativos del O₃ (promedios máximos en 1 hora), en el asma crónico (Figura 13).

El efecto es directo, lo que sugiere que el número de consultas tiende a aumentar con el incremento de la concentración del contaminante; se pudo evidenciar un retardo de 3 días antes del día de la consulta (p = 0,0198) (Tabla 6).

Figura 13. Relación entre concentración de O₃ y número de consultas por asma crónico, Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán - Proyecto ICAS

Tabla 6. MLG (modelo lineal generalizado) O₃ vs. asma crónico

Efecto	Estimación	Error	Grados de libertad	Valor de t	Estadístico (p)
c3mx1hr3	0,01422	0,006074	335	2,34	0,0198

7.7.2. Efecto de la concentración de O₃ sobre EPOC

Se encontraron efectos significativos del O₃ (promedios máximos de 1 hr) con un retardo de 3 días sobre EPOC (Figura 14).

El efecto del contaminante es directo, lo que sugiere que el número de consultas tiende a aumentar con el incremento de la concentración del O₃ que es significativo 3 días después de la exposición ($p = 0,0444$), del mismo modo un efecto significativo en el día de la consulta ($p = 0,0348$) (Tabla 7).

7.7.3. Efecto de la concentración de O₃ con rinitis

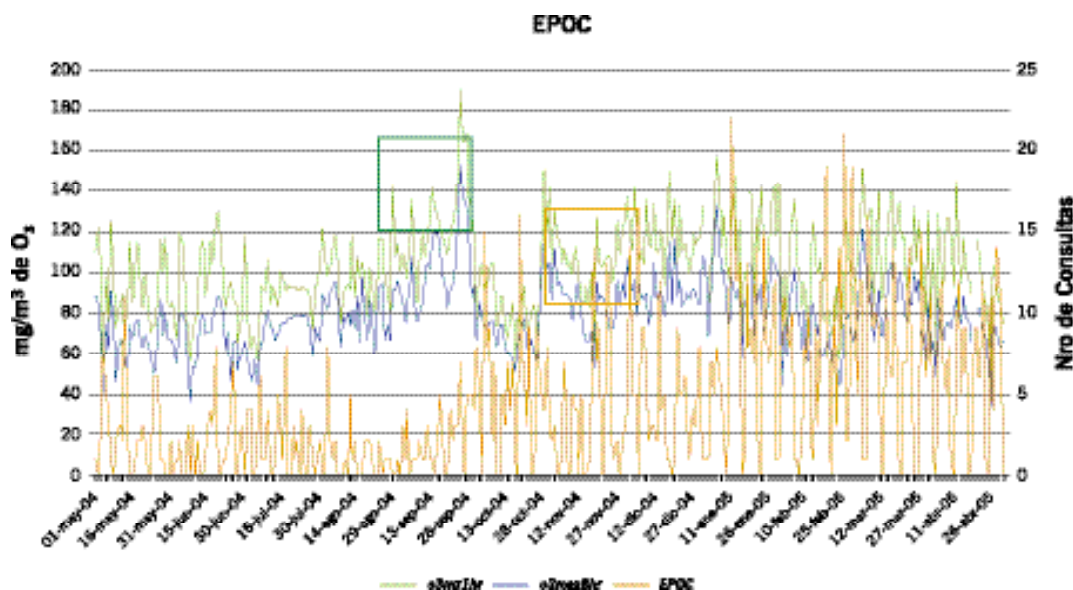
Se observó que las Rinitis están afectadas por la concentración de O₃ (máximos de 1 hr) con retardo de 1 día ($p = 0,0402$) (Figura 15, pag. 36 y Tabla 8, pag. 36).

7.7.4. Efecto de la concentración de NO₂ sobre el asma crónico

Se pudo demostrar estadísticamente la influencia del NO₂ en el asma crónico en el día de la consulta, tendiendo a aumentar el número de consultas con el incremento de la concentración del contaminante (Figura 16, pag. 36).

El valor del test estadístico aplicado es de 2,13 con una significación de $p=0,0337$ (promedios máximos de 24 hrs) (Tabla 9, pag. 36).

Figura 14. Relación entre concentración de O₃ y número de consultas por EPOC Cercado, Cochabamba, mayo 2004 – abril 2005

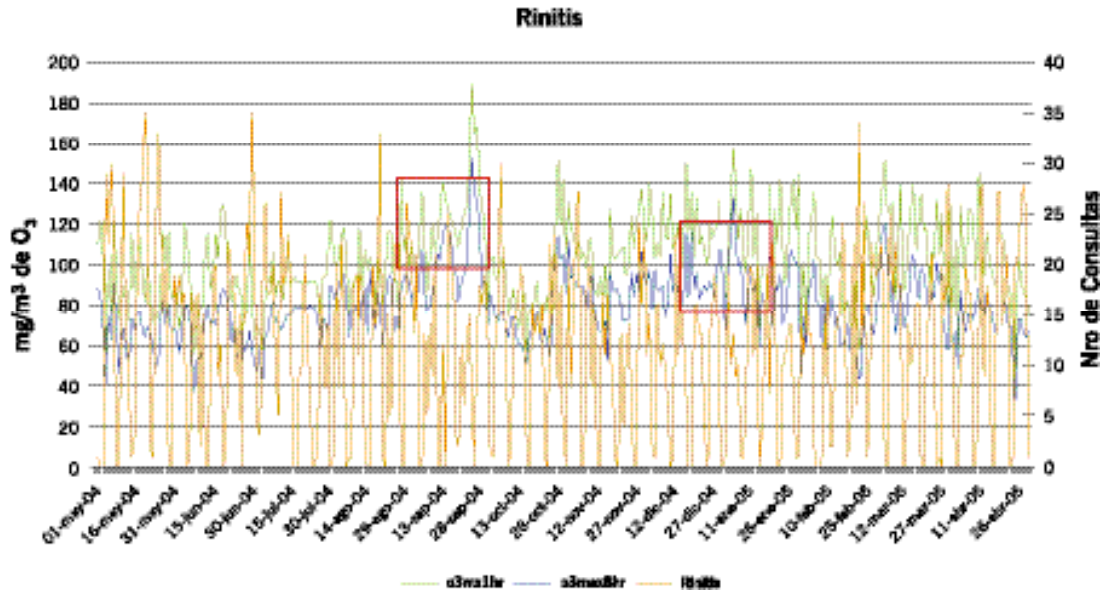


Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán

Tabla 7. MLG (modelo lineal generalizado) O₃ y número de consultas por EPOC

Efecto	Estimación	Error	Grados de libertad	Valor de t	Estadístico (p)
O3mx1hr3	0,01114	0,005508	204	2,02	0,0444
O3mx1hr	0,01293	0,006085	204	2,12	0,0348

Figura 15. Relación entre concentración de O₃ y número de consultas por rinitis Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005

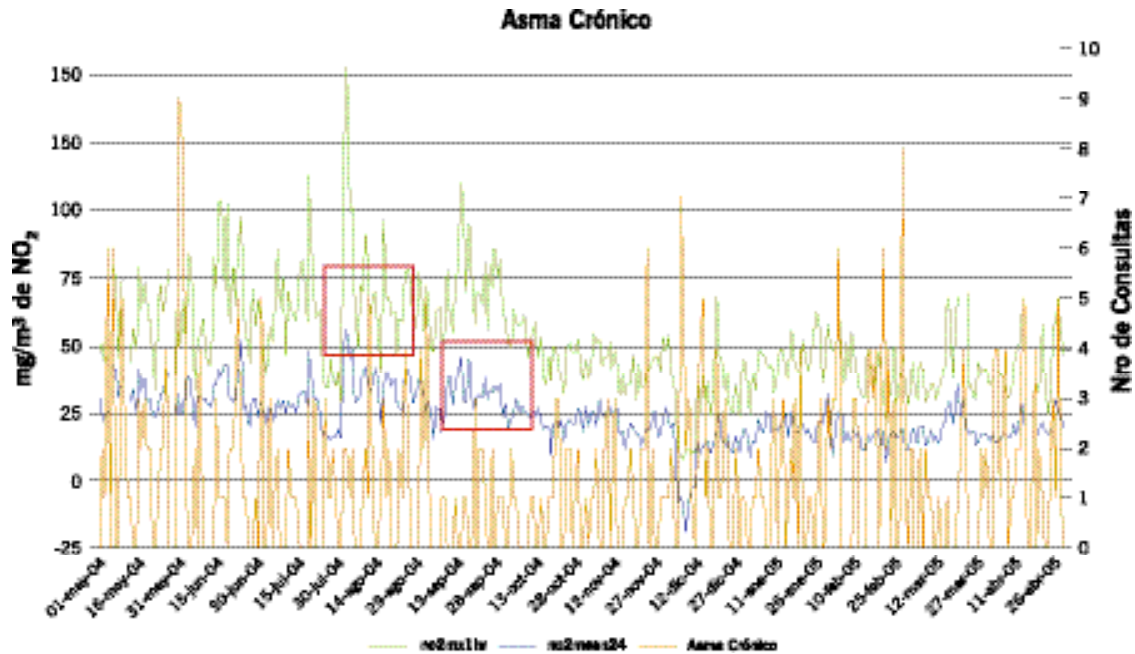


Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán - Proyecto ICAS

Tabla 8. MLG (modelo lineal generalizado) O₃ vs. rinitis

Efecto	Estimación	Error	Grados de libertad	Valor de t	Estadístico (p)
o3max1hr1	0,005823	0,003306	229	2,06	0,0402

Figura 16. Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por asma crónico, Cercado-Cochabamba, mayo 2004 – abril 2005



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán

Tabla 9. MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. asma crónico

Efecto	Estimación	Error	Grados de libertad	Valor de t	Estadístico (p)
no2mean24	0,02553	0,01197	335	2,13	0,0337

7.7.5. Efecto de la concentración de NO₂ sobre el ataque de asma (asma agudo)

Se observa un incremento en el número de consultas con el aumento de la concentración del contaminante (Figura 17).

Los efectos del NO₂ sobre el ataque de asma (máximos de 1 hora); se producen con retardo de 5 días después de la exposición, $p=0,0493$ (Tabla 10).

7.7.7. Efecto de la concentración de NO₂ sobre las IRAS

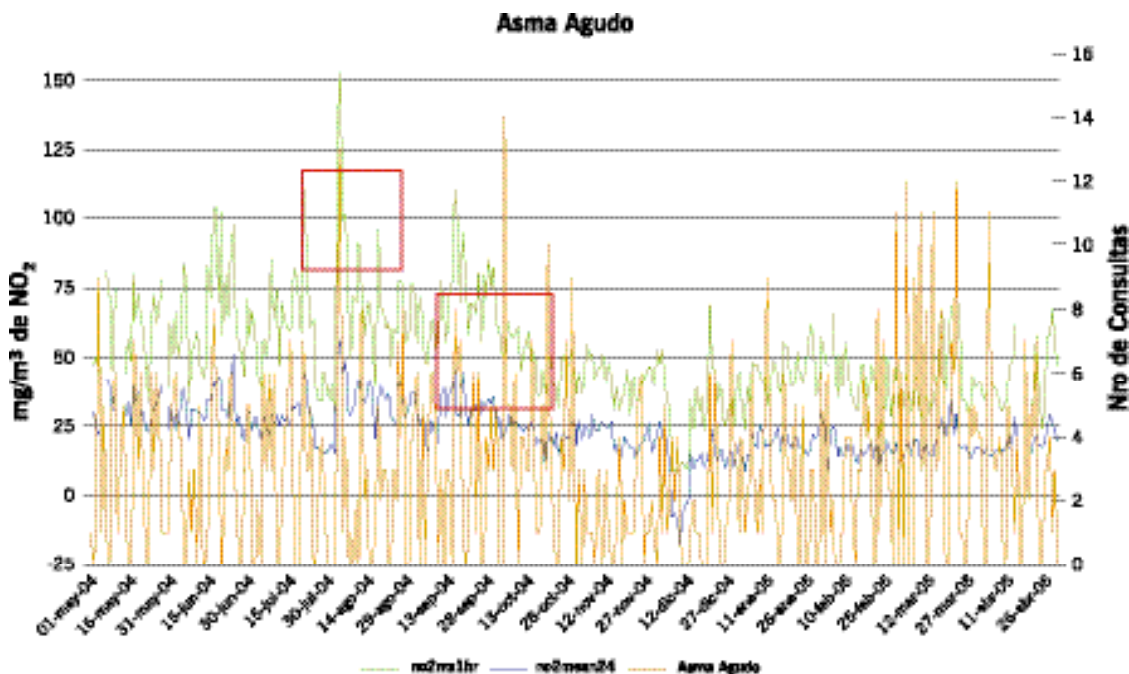
Se encontraron efectos significativos del NO₂ (media de 24 hrs.) 3 días antes de la consulta (Figura 19, pag. 38).

El análisis estadístico demostró que aumentaba el número de consultas cuando la concentración de NO₂ de 3 días atrás era elevada, ($p=0,0389$) (Tabla 12, pag. 38).

7.7.6. Efecto de la concentración de NO₂ sobre la bronquitis aguda

El efecto del NO₂ es directo; es decir, el número de consultas tiende a incrementarse a medida que la concentración del contaminante aumenta (Figura 18, pag. 38 y Tabla 11, pag. 38).

Figura 17. Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por asma agudo, Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005

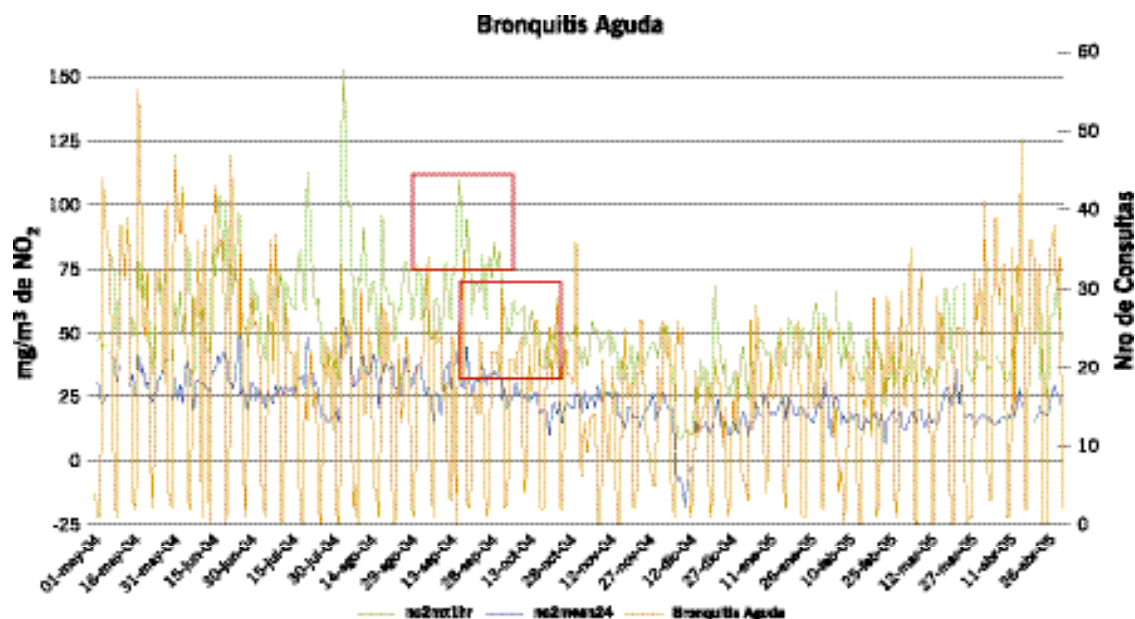


Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán

Tabla 10. MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. ataque de asma

Efecto	Estimación	Error	Grados de libertad	Valor de t	Estadístico (p)
no2mx1hr5	0,01377	0,006962	208	1,98	0,0493

Figura 18. Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por bronquitis aguda, Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005

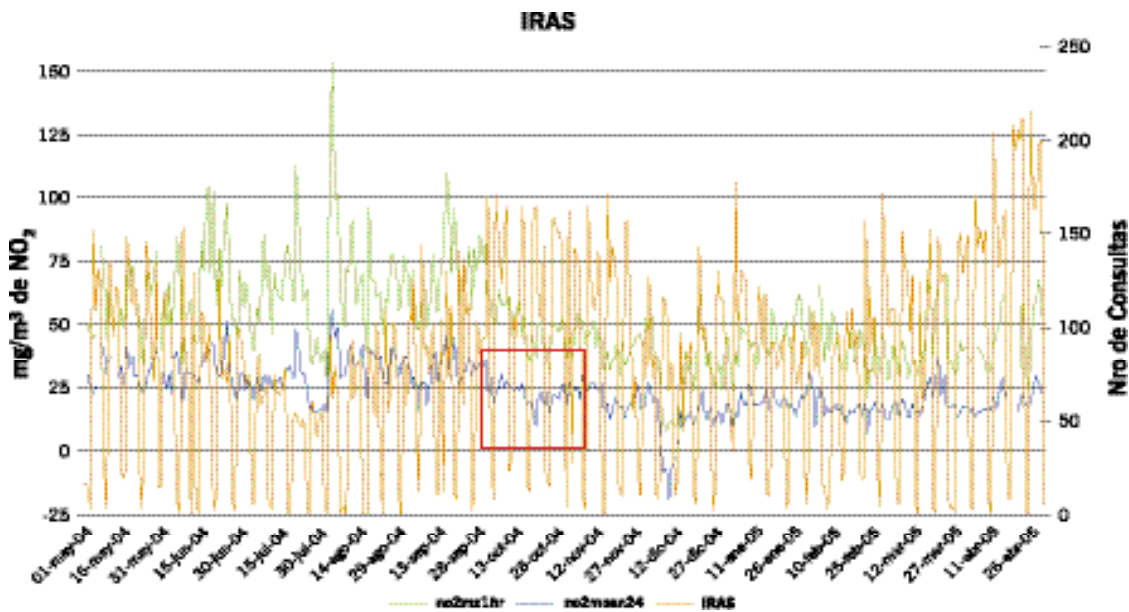


Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán

Tabla 11. MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. bronquitis aguda

Efecto	Estimación	Error	Grados de libertad	Valor de t	Estadístico (p)
no2mean243	0,01343	0,006752	219	1,99	0,0479

Figura 19. Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por IRAS Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán

Tabla 12. MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. IRAS

Efecto	Estimación	Error	Grados de libertad	Valor de t	Estadístico (p)
no2mean243	0,01436	0,006910	211	2,08	0,0389

7.7.8. Efecto de la concentración de NO₂ sobre la rinitis

La morbilidad por rinitis muestra influencia de los aumentos de NO₂ (promedio máximos de 24 hrs). El efecto es directo (Figura 20).

Se produce un incremento de las consultas por rinitis con un retardo de 6 días después de la exposición al NO₂, p=0,0463 (Tabla 13).

7.7.9. Efecto de la concentración de NO₂ sobre la Conjuntivitis

El número de casos registrados de conjuntivitis mostró estar afectado por el NO₂ (promedios máximos de 1 hora) con un retardo de 5 y 6 días (p=0,0440 y p=0,0343) (Figura 21, pag. 40 y Tabla 14, pag. 40).

Se analizaron y graficaron los coeficientes de regresión del modelo de Poisson utilizado para calcular la influencia de los contaminantes sobre el número de consultas. Dado que los coeficientes de regresión en un análisis de Poisson, representan el valor de los riesgos relativos y siendo en

todos los casos un valor cercano a uno (1), es necesario aclarar que dichos coeficientes deben traducirse a valores de riesgo atribuible (Figura 22, pag. 40).

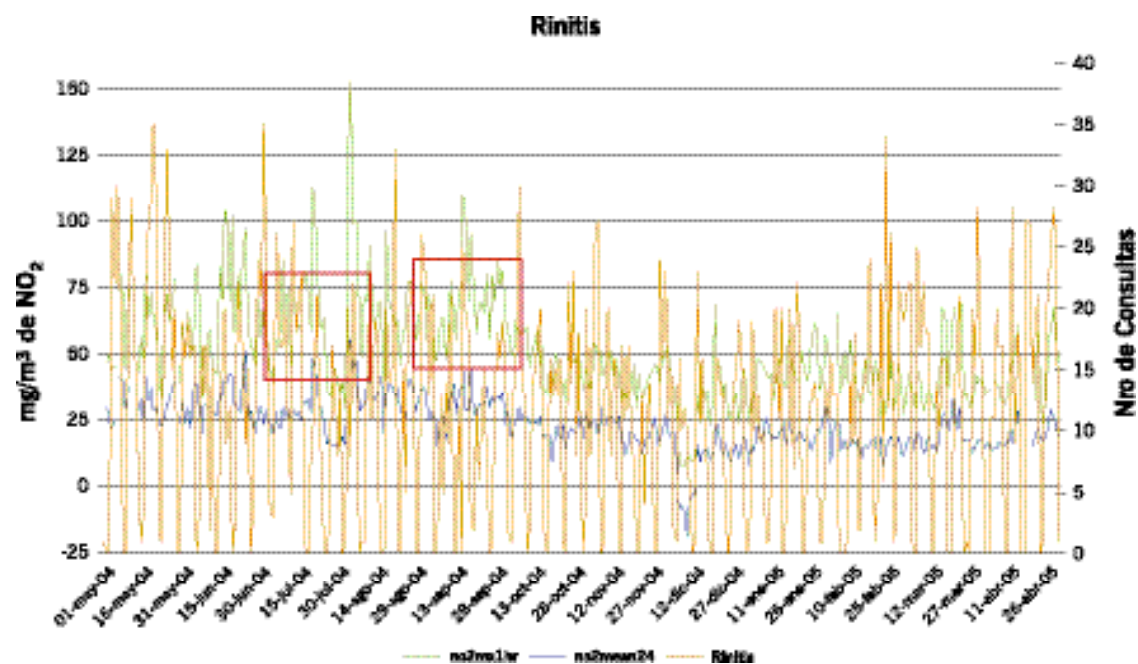
Se presenta un resumen de los efectos de los contaminantes sobre el número de consultas de cada patología en estudio.

Para el asma crónico, se estima que 3,5% del número total de consultas está relacionado con la presencia de NO₂, con un número anual de casos atribuibles de 2; en tanto que 3,6% del número total de casos se relaciona con O₃, con un número atribuible de casos de 1.

En el caso de los ataques de asma, se evidencia que 1,9 % del total de consultas estaría relacionado con la presencia de NO₂, con dos casos atribuibles por año.

La Bronquitis aguda se relaciona solo con la presencia de NO₂ con valores calculados de 1,9% sobre el número total de casos y número absoluto de 12 casos en un año.

Figura 20. Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por rinitis. Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005

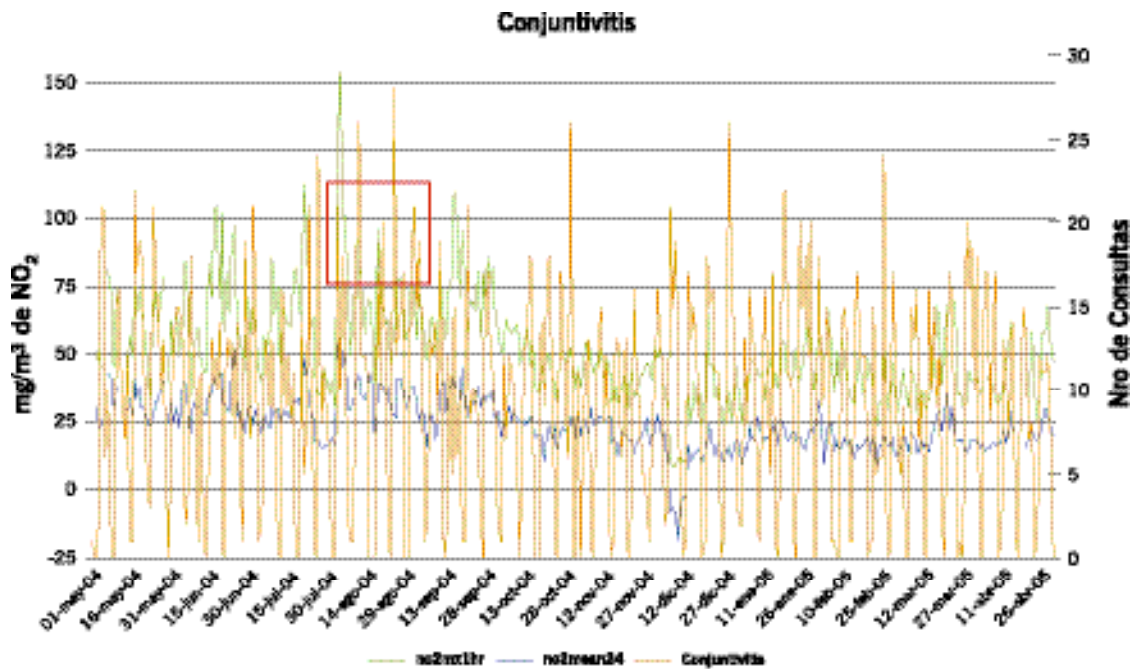


Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán

Tabla 13. MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. rinitis

Efecto	Estimación	Error	Grados de libertad	Valor de t	Estadístico (p)
no2mean246	0,01794	0,008954	229	2,00	0,0463

Figura 21. Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por conjuntivitis. Cercado-Cochabamba, mayo 2004 – abril 2005

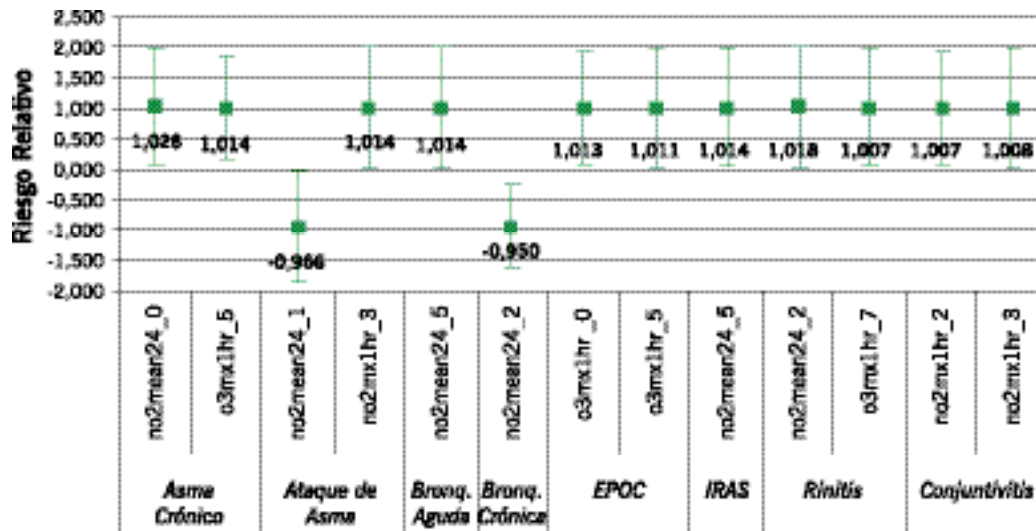


Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán

Tabla 14. MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. consultas

Efecto	Estimación	Error	Grados de libertad	Valor de t	Estadístico (p)
no2mx1hr5	0,00760	0,003752	221	2,03	0,0440
no2mx1hr6	0,007148	0,003356	221	2,13	0,0343

Figura 22. Coeficientes de regresión (Riesgos Relativos) a 95% de IC - Efecto de las variables explicativas sobre las variables resultado



Fuente: Elaboración propia; Msc.G.Durán

Del análisis de comportamiento de EPOC se obtuvo que 1,8 % del número total de casos está relacionado con O₃; con un número absoluto de 3 consultas más por año atribuibles a la contaminación por O₃.

Para la patología de mayor incidencia, IRAS, se halló que 1,9 % de casos se relaciona con NO₂, con un número absoluto de casos atribuibles de 56.

Las Rinitis (aguda y crónica) se ven influenciadas por la presencia de NO₂ en 2,4%, con un número absoluto de casos atribuibles de 11. Y con respecto al O₃, la influencia es de 2,5%, con 8 casos atribuibles durante el periodo de estudio.

No se comprobó relación de ninguno de los dos contaminantes estudiados con la aparición de casos de Bronquitis crónica, ni conjuntivitis. Los valores referidos se hallan a continuación (Tabla 15).

Tabla 15. Coeficientes de Riesgo estimados y resultados de la aplicación de la herramienta “Air Quality” para el cálculo de la fracción atribuible de riesgo en la contaminación por O₃ y NO₂

Enfermedad	Variable	Retardo (t - 1)	Valor Estimado log(R)	Error Estándar	Error Relativo (%)	exp(R)	IC 95%		Fracción atribuible			Casos Atribuibles N
							LI	LS	%	LI	LS	
Asma Crónico	no2mean24	0	0,0255	0,0120	46,89	1,026	0,0831	1,9686	3,5300	0,0000	57,7207	1,6000
	o3mx1hr3	5	0,01422	0,0061	42,71	1,014	0,1651	1,8635	3,8011	0,0000	58,1000	1,2000
Ataque de Asma	no2mean247	1	-0,03474	0,0166	47,90	-0,966	-0,0391	-1,8726	1,9300	0,0000	58,7387	2,0000
	no2mx1hr5	3	0,01377	0,0070	50,56	1,014	0,0092	2,0186				
Bronq. Aguda	no2mean243	5	0,01343	0,0068	50,28	1,014	0,0148	2,0122	1,9300	0,0000	58,8000	12,2000
Bronq. Crónica+	no2mean246	2	-0,05176	0,0190	36,75	-0,950	-0,2657	-1,6335	-			-
EPOC	o3mx1hr	0	0,01293	0,0061	47,06	1,013	0,0786	1,9474	1,8396	0,0000	57,6400	2,6000
	o3mx1hr3	5	0,01114	0,0055	49,44	1,011	0,0313	1,9911				
IRAS	no2mean243	5	0,01436	0,0069	48,12	1,014	0,0577	1,9713	1,9351	0,0000	57,7886	56,3000
Rinitis	no2mean246	2	0,01794	0,0090	49,91	1,016	0,0221	2,0141	2,4700	0,0000	58,8368	10,8000
	o3mx1hr1	7	0,006823	0,0033	48,45	1,007	0,0507	1,9630	2,5210	0,0000	59,3006	7,8000
Conjuntivitis*	no2mx1hr6	2	0,007148	0,0034	46,95	1,007	0,0803	1,9340	-	-	-	-
	no2mx1hr5	3	0,0076	0,0038	49,37	1,008	0,0026	1,9826	-	-	-	-

LI LS: Límite inferior y superior del intervalo de confianza al 95% del coeficiente de regresión de Poisson.

Fuente: Elaboración propia; MsC.G.Durán. - Proyecto ICAS





VIII. Discusión

Aunque la mayoría de los estudios ecológicos relacionan datos de contaminantes con los de *mortalidad*, algunos como Iñiguez et al. (2003) en Valencia, España ó Andrade et al. (2002) en México, ofrecen datos del efecto a corto plazo de la contaminación atmosférica en morbilidad y mortalidad. El estudio ICAS relaciona los datos de monitoreo de NO₂ y O₃ con datos de *morbilidad* en el Municipio de Cercado de Cochabamba a corto plazo (Abril 2004 - Mayo 2005).

El estudio ICAS, al igual que la gran mayoría de autores que trabajan en contaminación atmosférica y realizan estudios ecológicos, utilizó un diseño de series de tiempo en el que se incorpora el análisis de variables confusoras como temperaturas medias anuales y estacionales, así como la humedad relativa del ambiente, en un modelo de regresión de Poisson con análisis GLM (análisis lineal generalizado). Para el cálculo de la fracción atribuible del riesgo (es decir número de casos atribuibles a la presencia de contaminantes), se aplicó la herramienta recomendada por la OMS "Air Quality".

El presente estudio recolectó información de 32 Establecimientos de Salud, que ofertan servicios en tres niveles de atención y que cubren el 80 % de la demanda local de servicios de salud. Las instituciones que prestan los servicios de salud tienen su propia estructura operativa y atienden a la población de los catorce distritos de salud del Cercado.

Incorporando el concepto epidemiológico de vulnerabilidad; en nuestro estudio, la mayor parte de las consultas registradas corresponden a IRAS, con 61,8%; el grupo etáreo mayoritario lo constituyen los menores de 5 años, con 36,2 % del total de pacientes; a esto se suma el hecho de que la prevalencia de IRAS es mayor en este grupo; por lo que al igual que C. Linares (2004), Madrid, consideramos que la población infantil

es un grupo de riesgo clave en el análisis de los efectos de la contaminación sobre la salud de una población.

Los resultados encontrados sugieren que ambos contaminantes tienen efectos sobre la salud. Un análisis preliminar de los datos del presente estudio, en el periodo mayo – agosto (ICAS 2004), encontró una relación importante del NO₂ sobre el número de casos de bronquitis. En el mencionado análisis también se encontraron efectos del NO₂ sobre un grupo de enfermedades denominadas *Otras enfermedades respiratorias* como bronconeumonía, faringitis, resfrío común u otras que hacían mención a complicaciones respiratorias diferentes a asma o bronquitis.

Algunos autores ponen en evidencia una asociación más deletérea con las partículas suspendidas (PM₁₀ y menores) que con los contaminantes del presente estudio. Sí bien éste permite establecer una relación entre los dos contaminantes estudiados y el número de casos de patologías relacionadas con ellos, podría ser más productivo en el futuro encarar estudios sobre material particulado y sus efectos en la salud de la población (Borja, México; C. Linares et al, España; Verona Pérez, Cuba y Enrique Molina et al, Cuba).

En los últimos años se han llevado a cabo diversos proyectos multicéntricos utilizando criterios de análisis estandarizados para el estudio de diferentes aspectos de la relación contaminación atmosférica-salud. En Europa, el proyecto APHEA (Air Pollution and Health: an European Assessment) (Katsouyanni et al. 1996) y en Estados Unidos el estudio NMMAPS (National Mortality and Morbidity Air Pollution Study) (Samet et al. 2000 a; 2000 b), se encuentran entre los que han aportado más al conocimiento del impacto agudo de la contaminación en la salud.

En Francia (Quenel et al. 1999), en Italia (Biggeri et al. 2001) han llevado a cabo estudios multicéntricos nacionales del impacto de la contaminación, teniendo en cuenta las características ambientales, sanitarias y sociales. En España el proyecto EMECAM está llevando a cabo un estudio sobre el impacto de la contaminación atmosférica que incluye a 16 ciudades (EMECAM 1999, Sáez et al. 2002, Ballester et. al 2003b).

En Bolivia se deberá promover la realización sistemática de nuevos estudios acerca de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud; en distintos centros urbanos, tomando en cuenta criterios de riesgo por niveles de contaminación; monitoreando contaminantes cuyo efecto negativo sobre la salud se considera evidente en la actualidad y dirigidos hacia grupos etéreos vulnerables.



IX. Conclusiones

Los promedios máximos de dióxido de nitrógeno (NO_2), en 1 y 24 horas en el Cercado de Cochabamba, se mantienen por debajo de los valores guía de la OMS así como por debajo de los límites permisibles establecidos por la Ley Boliviana 1333.

Las promedios máximos de 1 y 8 horas de ozono troposférico (O_3) en el Cercado de Cochabamba, se encuentran por debajo de los límites establecidos en la Ley 1333, así como por debajo de los valores guía de la OMS, excepto por la presencia de picos entre septiembre 2004 y enero 2005 (valores por encima de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), que exceden los valores establecidos por la OMS.

Los datos de incidencia y prevalencia de las patologías en estudio no muestran cambios respecto a lo esperado en cada año epidemiológico, así mismo la distribución de las enfermedades es similar en ambos sexos. El grupo etáreo más afectado es el de menores de 5 años (36,2 % de los casos). Si se añade el segundo quinquenio de la vida, este porcentaje asciende hasta 46,4 % del total de casos estudiados.

Las concentraciones de ambos contaminantes evidencian un comportamiento estacional con incrementos en primavera para el O_3 y en invierno para el NO_2 , mostrando relación con las patologías de mayor prevalencia que fueron las Infecciones Respiratorias Agudas y la Bronquitis Aguda; que tienen un comportamiento estacional importante, las IRAS presentan incrementos en invierno y primavera, y la bronquitis aguda presenta un pico invernal, el resto de las patologías no presenta comportamiento estacional importante.

Las patologías clasificadas como crónicas evidencian un porcentaje de reconsultas superior al de las patologías agudas; así mismo la consulta más recurrente es la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y la menos recurrente la conjuntivitis.

Las concentraciones de ozono demuestran tener una influencia directa en el asma crónico, en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y en la rinitis, con tres y un día de retardo respectivamente.

La presencia de los contaminantes tiende a incrementar el número de consultas de modo variable según contaminante y patología estudiados. Se demostraron efectos significativos del dióxido de nitrógeno en el asma crónico, asma agudo (ataque de asma), bronquitis aguda, infecciones respiratorias agudas y rinitis. En el caso del asma crónico, la influencia se manifiesta el mismo día de la consulta; para el ataque de asma y las IRAS con tres días de retardo; para la rinitis se evidencia un retardo de 5 a 6 días de retardo, lo mismo que para las conjuntivitis.

El ozono es responsable de 1 consulta adicional de asma crónico, de 3 consultas adicionales por EPOC y 8 casos adicionales de rinitis, todas en el período de un año. En cambio, el NO_2 incrementa el número de consultas por asma agudo y crónico en 2, por bronquitis aguda en 12 casos, 56 casos de IRAS y 11 casos de rinitis, en un año.

No se comprobó relación de ninguno de los dos contaminantes estudiados con los casos de Bronquitis crónica, ni conjuntivitis.

A pesar de que los niveles de concentración se mantienen por debajo de los límites permisibles (OMS y ley 1333 de Bolivia), el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el ozono (O_3), inciden en la salud de la población del Cercado de Cochabamba, el Municipio urbano más importante de la región de los valles.





X. Recomendaciones

La gestión de la problemática de contaminación ambiental es actualmente una responsabilidad municipal; sin embargo merece consideración a nivel del Gobierno Central a través de la generación de políticas de estado. Un primer paso para ello, sería el de propiciar espacios para introducir el tema de la contaminación atmosférica y su impacto en la salud de la población en los Ministerios de Salud, del Ministerio de Planificación para el Desarrollo a través del Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente), de Educación, de Servicios y Obras Públicas (a través del Viceministerio de Transportes).

A nivel nacional generar información y formación sistemática y rigurosa; involucrando Universidades, Institutos de formación superior, a partir del fomento de la Investigación en la temática de contaminación atmosférica y salud, y a través de la creación de instancias de formación bien estructuradas en los Centros de formación mencionados.

Generar estudios similares al ICAS a nivel nacional, cuyos resultados proporcionen mayor información destinada a la actualización y ajuste o actualización de la norma nacional sobre contaminantes atmosféricos.

Promover el fortalecimiento y actualización técnica en la problemática de contaminación atmosférica dirigida hacia los tomadores de decisiones y personal técnico de los Gobiernos Municipales y el Gobierno Nacional.

Promover la generación de un Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica de Aire, sustentado por una política sectorial y apoyando por el Sistema Nacional de Información en Salud (SNIS).

Promover la definición de políticas y estrategias locales orientadas al control de la contaminación atmosférica y su impacto en la salud, a través de

la generación de acciones específicas de las autoridades prefecturales, municipales y de salud.

Fortalecer las redes de monitoreo (en los niveles técnico, administrativo y logístico) que haga posible el funcionamiento de redes con una estructura multidisciplinaria y transectorial y que permita la obtención de resultados en función de estándares priorizados por la OMS, actualizando el tipo y frecuencia de monitoreo (material particulado de $2,5 \mu\text{m}$ ó menor) monitoreados.





Bibliografía

1. Alem, N. 2005 Implementación de una metodología para evaluar el impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud en la ciudad de Cochabamba. Proyecto de grado de licenciatura en Ingeniería Ambiental. Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Católica Boliviana San Pablo.
2. Alley R. y Associates, Inc. 2001. Manual de la calidad del aire. Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. de México, D.F.: 1.4-3.12.
3. Allsopp M., P. Costner, P. Johnston. 2001. Estado del conocimiento de los impactos de los incineradores de residuos en la salud humana. Laboratorios de Investigación de Greenpeace, Universidad de Exeter. Reino Unido.
4. APHEIS. 2001. Health Impact Assessment of Air Pollution in 26 European Cities. Second-year Report. Revisado 01.03.04: http://www.apheis.net/Pdf/Apheis_1_60.pdf
5. Arribas-Monzón, F. M.J. Rabanaque. M.C. Martos, y otros. 2001. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad diaria en la ciudad de Zaragoza, España, 1991-1995. Salud Pública de México; 43: 289-297.
6. Ballester D.F., J.M. Tenías y S. Pérez-Hoyos. 1999. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. Revista especial Salud Pública. Vol 73, N°2: 110-114. España.
7. Borja, Victor Hugo. 2000. Estudios ecológicos. Salud Pública de México. Vol. 42, no.6: 533-538.
8. Cambra C.K. 2003. Contaminación atmosférica y efectos en salud. Resultados del Proyecto APHEIS en el Gran Bilbao.
9. Canter L. 1999. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Segunda Edición. McGraw-Hill. Colômbia. Pgs: 178-181. Jornada técnica sobre contaminación atmosférica. Donostia, España.
10. Castillejos M, Gold Diane, Et al Acute effects of ozono on the pulmonary function of exercising schoolchildren from Mexico city, Mexico, 1998.
11. Centro Centroamericano de Población. 1999. Estúdios observacionales. Universidad de Costa Rica. Revisado 15.09.05: www.ccp.ucr.ac.cr
12. CEPIS-OMS. 2003. Curso de orientación para el control de la contaminación del aire. Revisado 21.04.04: www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext
13. CEPIS-OMS. 2003. Los efectos de la contaminación del aire. Revisado 14.09.04: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/orienta2/cap2c.pdf>
14. CEPIS-OMS. 2003. Gestión de la calidad del aire. Revisado: 30.05.04: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/orienta2/cap9c.pdf>
15. CEPIS-OMS. 2003. Curso para el control de la contaminación del aire. Revisado: 23.09.04: http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/orienta2/lecc4/lecc4_2.html
16. CEPIS-OMS. 2003. Guías y normas de calidad del aire en exteriores. Revisado: 18.01.05: <http://www.cepis.ops-oms.org>
17. CEPIS-OPS. 2003. Curso de autoinstrucción de evaluación del riesgo asociado a contaminantes del aire. Revisado 08.09.04: http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/orienta2/lecc4/lecc4_2.html
18. Czernichow, P. J. Chaperon, & X. Le Coutour 2001 Épidémiologie. Ed. Masson, Paris, France.
19. Conceição L.M., M.R Dias, M.R. Alves, F.L. Teixeira, P.H Nascimento, A.L. Ferreira. 2002. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. Revisado

- 09.06.05:<http://www.cepis.org.pe/bvsea/p/full-text/pneuma/pneuma.pdf>
20. Conceicao Martins L. El al Air pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in Sao Paulo, Brazil. *Rev. Saude Pública* 2002;36(1):88-94.
 21. Durán, P., G. 2005 Efecto de la contaminación atmosférica (Mayo Agosto 2004) en la salud, Cochabamba –Bolivia. Informe Técnico, Swisscontact.
 22. Dad W. et al. Short term respiratory health effects of ambient air pollution: result of the APHEA project in Paris. *Journal of Epidemiology and community health* 1996;50(suppl 1):S42-S46.
 23. Elsom D, *Managing Urban Air Quality*, first edition, 1996.
 24. EPA-CICA. 2004. Información de calidad del aire fronterizo. Revisado 07.05.05: http://www.epa.gov/ttn/catc1/cica/airq_s.html
 25. Elsom D, *Managing Urban Air Quality*, first edition, 1996.
 26. Fernández Pita. 1995. Tipos de estudios clínicos epidemiológicos. Última actualización 28.02.01. Atención Primaria en la red. Revisado 03.08.04: www.fisterra.com
 27. Fox, John 2002 Time-series Regression and Generalized Least Squares. Course Notes.
 28. Galán I., A. Tobías, J.R. Banegas, E. Aránguez. 2003. Short-term effects of air pollution on daily asthma emergency room admissions. *European Respiratory Journal*. Inglaterra: 802-808.
 29. Gold D. Et al. Ambient pollution and heart rate variability. *Circulation* March 21, 2000.
 30. Gold D, Andrew Et al. Particulate and ozono pollutant effects on the respiratory function of children in southwest Mexico City, Mexico 1999.
 31. Gobierno Vasco. 2003. Departamento de Ordenación del territorio y medio ambiente. Revisado 22.08.05: http://www.euskadi.net/indicadores_ambientales/calidad_aire_c.htm
 32. Gonzáles V.A. 1999. Reglamento Ambiental Municipal. Honorable Municipalidad de Cochabamba. Editorial MOCA. Cochabamba, Bolivia. Pg: 78.
 33. Hernández M, F. Garrido, S. López. 2000. Diseño de estudios epidemiológicos. *Revista Salud Pública de México*. Vol 42, N°2: 144-154. México.
 34. Holguín F, Téllez-Rojo M, Hernández M, Air Pollution and Herat Rate Variability Among the Elderly in Mexico City, Mexico 2003.
 35. Ilabaca M. et al. Association between levels of fine particulate and emergency visits for Pneumonia and other respiratory illnesses among children in Santiago, Chile. ISSN 1047- J. *Air and Waste Manage. Assoc.* 49:PM-154-163.
 36. Iñiguez C., S. Pérez-Hoyos y M. Sáez. 2003. Comparación de dos métodos en el análisis del efecto a corto plazo de la contaminación atmosférica en la salud. *Gaceta Sanitaria*. Valencia, España: 283-288.
 37. Instituto Nacional de Ecología. 2003. Contaminación Atmosférica. Delegación de Coyacán. México D.F. Revisado:30.10.05:http://www.ine.gob.mx/uea-jei/publicaciones/estudios/383/contatmo.html?id_pub=38
 38. Katsouyanni K. Et al. Short term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiologic time series data: the APHEA protocol. *Journal of Epidemiology and community health* 1996;50(suppl 1):S12-S18.
 39. Krzyzanowski M. Methods for assessing the extent of exposure and effects of air pollution. *Occupational and Environmental Medicine*, 54:145-151 (1997).
 40. Linares C., Díaz J. y García-Herrera R. Relationship between emergency hospital admissions and air pollution (PM10) in children under 10 years old. *Air Pollution*. WIT Press. Madrid, España.
 41. Linares C, Diaz J., Lopez C. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud infantil en Madrid, agosto, 2004.
 42. Loomis D, Castillejos M, Gold Diana, *Air Pollution and Infant Mortality in Mexico City*, Mexico 1999.
 43. Marc Saez, Hoyos Pérez S, *Revista Española de Salud Pública*, 73 n 2 Madrid Mar/(Abril 1999, Métodos de series de temporales en los estudios epidemiológicos sobre contaminación atmosférica.
 44. Miller T.G, Jr. 1990. *Living in the Environment*. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California. Pgs: 483-488.

45. Molina E, Brown L, Prieto Vicente, Crisis de asma y enfermedades respiratorias agudas, Contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas en Centro Habana 1998 La Habana Cuba.
46. Molinero Luis. 2000. Análisis de series temporales. Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión. Área Cardiovascular. <http://www.seh-lelha.org/tseries.htm>
47. Neas L. Et al. Fine particles and peak flow in children: acidity versus mass. *Epidemiology*, September 1999, vol 10 No 5.
48. Nevers de Noel. 1998. Ingeniería de control de la contaminación del aire. Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. de México, D.F.: 6-117.
49. OMS. 2000. Centro Europeo para el Ambiente y la Salud. Evaluación y uso de la evidencia epidemiológica para la evaluación de riesgos ambientales para la salud. Documento Guía. División de Bilthoven.
50. OMS. 2003. Ambientes saludables para los niños: OMS: Documento de antecedentes N°3. Revisado: 15/03/06. <http://www.who.int/world-health-day/2003/press/background/es/>
51. Ortiz Q.C.H, M.J. Escobar, M.D. García. 1999. Contaminación Atmosférica y salud: Estimación de una función dosis-respuesta para Cali. CIDSE. Colombia.
52. Ostro, Bart. 1998. Cómo estimar los efectos de la contaminación atmosférica en la salud. *Centro de Estudios Públicos*, 69: 105-113.
53. Ostro B. A methodology for estimating air pollution health effects. WHO/EHG/96.5.
54. Oyarzún Manuel. Efectos del O3 troposférico sobre el sistema respiratorio. *Rev Chil Enf Respir* 2000; 16:25-33.
55. Pasquill, F "Aspectos meteorológicos de la contaminación local del aire altamente concentrada" Informe especial N°2 sobre medio ambiente humano, OMM – 312. Ginebra, 1971.
56. Ponce de Leon A. et al. Effects of air pollution on daily hospital admissions for respiratory disease in London between 1987-88 and 1991-92. *Journal of Epidemiology and community health* 1996;33 (suppl 1):S63-S70.
57. Pope A. Et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*, March 6, 2002 vol 287, N° 9.
58. Peters A. Et al. Air pollution and incidence of Cardiac arrhythmia. *Epidemiology* January 2000, vol. 11 N° 1.
59. Programa Aire Puro de Swisscontact. 2003. Manual de Gestión de la Calidad del Aire. Cosude. La Paz. Bolivia.
60. Rockhill B, Newman B, Weinberg, C. Use and Misuse of Population Attributable Fractions. *American Journal of Public Health*, (88); 1:15-19 (1988).
61. Romieu I. Efectos sobre la salud de los contaminantes en el aire. La exposición de la población humana. Adaptado de Contaminación de aire urbano y salud en las Americas. OPS/OMS.
62. Romieu I, Meneses F, Effects of air pollution on the respiratory health of asthmatic children living in Mexico City, Mexico 1996.
63. Rothman KJ, Greenland S. *Modern Epidemiology*. 2nd edition. Lippincott-Raven, 1998. Revisado: <http://socioeconomia.univalle.edu.co/cidse/documentos/download/pdf/doc27.PDF>
64. Revisado 01.06.24: www.cepis.ops-oms.org/bvsci/fulltext/ecuador/capi4.pdf.
65. Rojas Bracho L. Et al. Measurements of children's exposures to particles and nitrogen dioxide in Santiago, Chile. *The Science of the total environment* 287(2002)249-264.
66. Schwartz J. et al. Methodological issues in studies of air pollution and daily counts of deaths or hospital admissions. *Journal of Epidemiology and community health* 1996;50 (suppl 1):S3-S11.
67. San Román E. 2003. Control de emisiones gaseosas y ruido. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente-CEPIS, Universidad de Buenos Aires. Cochabamba, Bolivia.
68. Sánchez J.M., S., Valdés, B. Ostro. 1998. Los efectos en salud de la contaminación atmosférica por PM10 en Santiago. *Centro de Estudios Públicos*, 69: 125-154.
69. Schwela Diter. 1999. Guías para la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud. *Salud Ambiental Urbana*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.

70. Sunyer Jordi. 1999. El estudio EMECAM sobre los efectos de la contaminación atmosférica. Revista Española de Salud Pública vol. 73 n.2. Madrid, España.
71. Tenías J., F. Ballester, S. Medina, A. Daponte. 1999. Revisión de los trabajos originales que analizan el impacto de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad, 1994-1998. Revista Española Salud Pública v.73 n.2 Madrid, España.
72. Tobías A. y M. Saez. 2004. Time-series regression models to study the short-term effects of environmental factors on health. Departamento de Economía. Universidad de Girona. España: 1-18.
73. Verona P, Molina E Hechavarría J, Comportamiento de la mortalidad por bronquitis crónica 1980-1997, 1999 La Habana Cuba.
74. Wark K., C. Warner. 1996. Contaminación del aire, origen y control. Editorial Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México D.F.: 17-137.
75. WHO. 2000. Guidelines for Air Quality. World Health Organization. Ginebra. Suiza.
76. WHO Air Quality Guidelines for Europe II, 2nd edition (WHO Regional Publications, European Series, No.91, 2000).
77. WHO. Monitoring Ambient Air Quality for Health Impact Assessment, WHO Regional Publications, European Series, No 85 (1999).
78. Who air quality guidelines global update 2005, Report on a Working Group meeting Bonn, Germany, 18-20 October 2005.
79. WHO. Curso de Autoinstrucción de Evaluación del Riesgo Asociado a Contaminantes del Aire, <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/E/fulltext/riesgo/intro/html>
80. Proyecto AIRE LIMPIO Semanas de Aire Limpio en Bolivia, Abril 2006.
81. Zanobetti A. Et al Race, gender, and social status as modifiers of the effects of PM10 on mortality. JOEM vol 42, No 5, may 2000.



Anexos

Anexo 1. Valores guía de calidad del aire recomendados por la OMS y normas de varios países al respecto

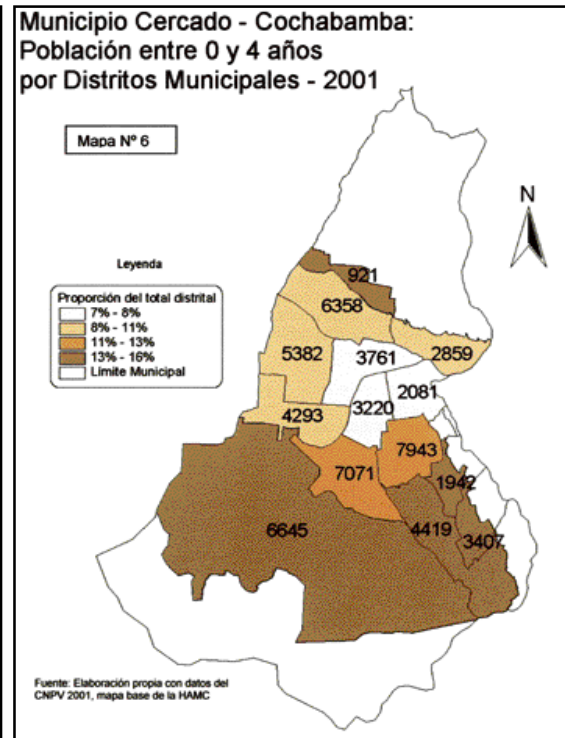
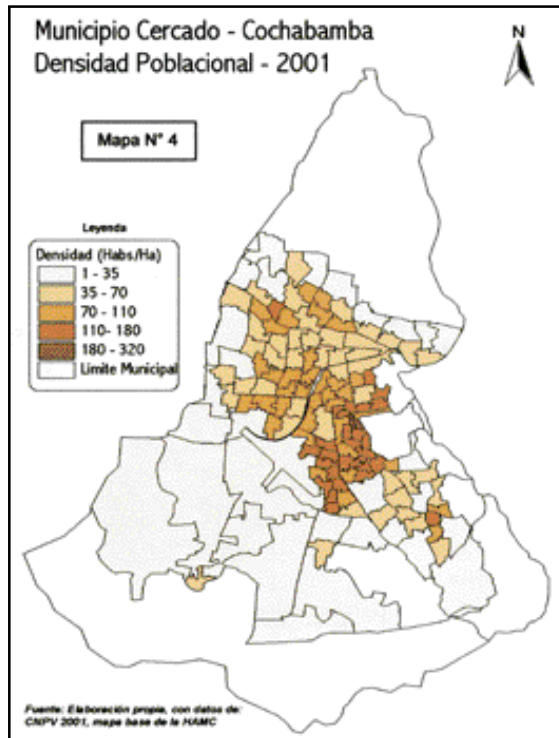
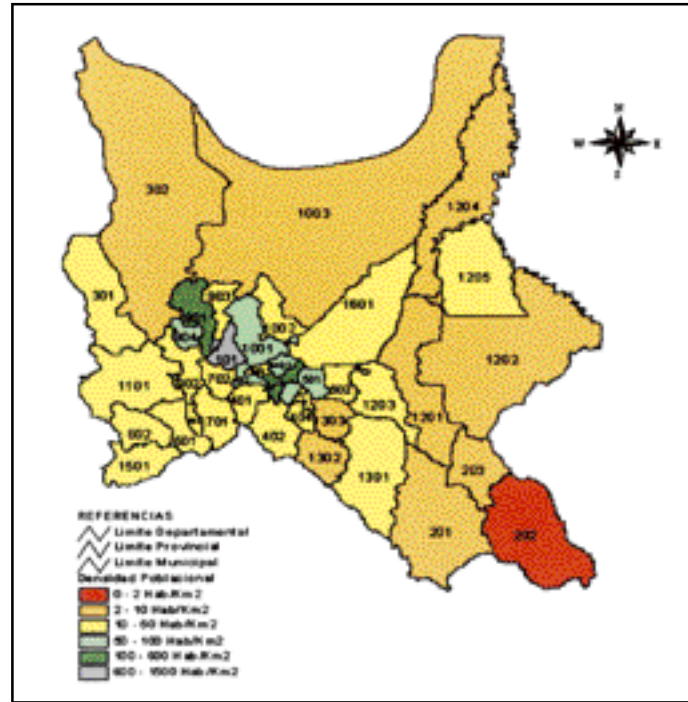
Contaminante	Período	Guía OMS	Chile	Brasil	México	USA	Suiza	Bolivia
NO ₂	1 hora	200 µg/m ³	100		395	100	80	150
	24 hrs							
	1 año	40 µg/m ³						
SO ₂	24 hrs	125 µg/m ³	365	365	340	365	100	
	1 año	50 µg/m ³	80	80	80	80	30	
CO	1 hora	26 ppm	35	35		35		
	8 hrs	9 ppm	9	9	11	9	7	
O ₃	1 hora	120 µg/m ³ 50 µg/m ³	160	160	216	235	120	236
	8 hrs.							
	1 año							
TSP	24 hrs		260	240	260			
	1 año		75	80	75			
PM ₁₀	24 hrs		150	150	150	150	50	
	1 año			50	50	50	20	
Plomo	¼ año				1,5	1,5	0,5	
	1 año	0,5 µg/m ³	0,5					

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de Who air quality guidelines global update 2005

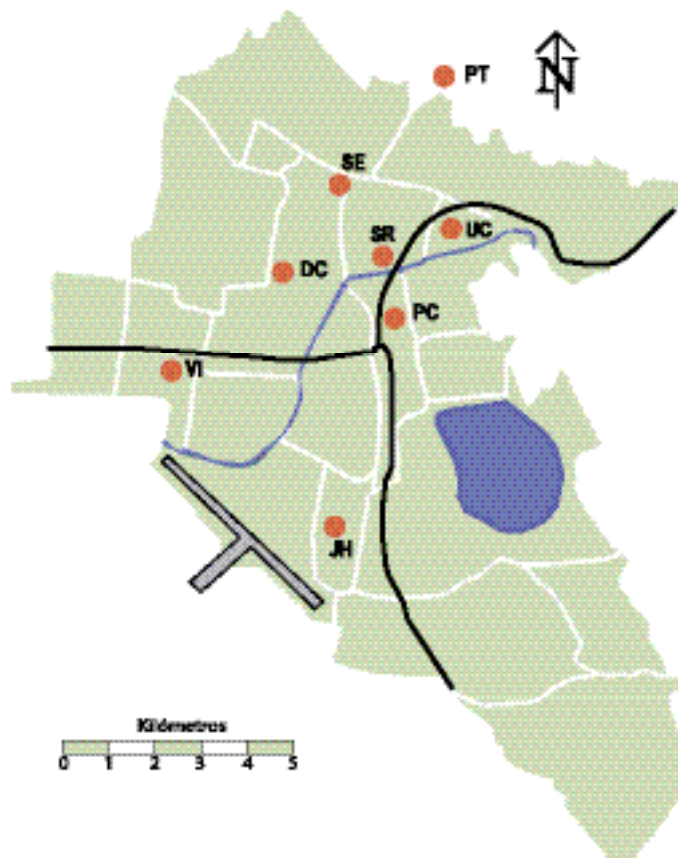
Anexo 2. Valores actualizados por la OMS para el uso del Paquete "Air Quality" Ozono (O₃)

Criterio	Período	Concentración
Límite permisible - Bolivia	1 hora	235 µg/m ³
Valor Guía de la OMS	8 horas	100 µg/m ³

Anexo 3. Municipio, superficie, población de Cochabamba



Anexo 4. Ubicación de los sitios de monitoreo de la Red MoniCA Cochabamba



Anexo 5. Ubicación de sitios de muestreo y variables monitoreadas en la ciudad de Cochabamba – Bolivia

Código	Zona	Ubicación	Metodología		
			automática	activa	pasiva
DC	Mediano tráfico vehicular	Parque Demetrio Canelas			O ₃ , NO ₂
JH	Mediano tráfico vehicular	Centro de Salud Jaihuayco c. Chimoré		PM ₁₀	O ₃ , NO ₂
PC	Alto tráfico vehicular	HAM (Señalización y Semaforización) Plaza Colón acera Este	CO, NO _x , SO ₂	PM ₁₀	O ₃ , NO ₂
PT	Bajo tráfico vehicular	Programa de Manejo Integral de Cuencas (PROMIC) Av. Atahuallpa final s/n	O ₃		O ₃ , NO ₂
SE	Alto tráfico vehicular	SEMAPA Av. Circunvalación esq. Av. Atahuallpa s/n	O ₃ , NO _x		O ₃ , NO ₂
UC	Mediano tráfico vehicular	Universidad Católica Boliviana Campus Tupuraya Av. Gral. Galindo			O ₃ , NO ₂
VI	Alto tráfico vehicular	Consultorio ProSalud Av. Melchor Pérez de Olguín esq. Acre			O ₃ , NO ₂
SR	Alto tráfico vehicular	Av. Oblitas y Av. Villarroel		PM ₁₀	O ₃ , NO ₂

Anexo 6. Tecnología utilizada por la Red MoniCA, Cochabamba

La Red MoniCA Bolivia incluye tres tipos de tecnologías: la tecnología automática, la tecnología activa y la tecnología pasiva.

- La **tecnología automática** utiliza analizadores automáticos que generan datos en tiempo real. El principio de funcionamiento se basa en diferentes métodos (quimiluminiscencia, fotometría, fluorescencia). Sin embargo, esta tecnología implica altos costos de implementación, control y operación. La tecnología automática utiliza equipos norteamericanos API Teledyne.
- La **tecnología activa** se basa en la gravimetría y en principios aerodinámicos, usa impactadores para la separación de las partículas PM₁₀, con bombeadores de aire. La tecnología activa utiliza impactadores Harvard – Minivol.
- La **tecnología pasiva** utiliza muestreadores pasivos que son tubos que muestrean ciertos contaminantes, generando datos semanales. Por el bajo costo y la sencillez de la tecnología pasiva, se puede monitorear extensas áreas. La tecnología pasiva utiliza tubos de polipropileno de Passam de Suiza.

Anexo 7. Listado Establecimientos de Salud

Nº	Establecimiento de Salud	Nº	Establecimiento de Salud
1	Hospital Materno Infantil Germán Urquidí	17	Centro de Salud Chimba
2	Hospital Clínico Viedma	18	Centro de Salud Chávez Rancho
3	Instituto Gastroenterológico Boliviano Japonés	19	Centro de Salud Beato Salomón
4	Seguro Social Universitario	20	Centro de Salud Ticti Norte
5	Hospital Militar COSSMIL	21	Centro de Salud Cerro Verde
6	Hospital Setón	22	Centro de Salud Senfeld
7	Combase	23	Centro de Salud Alalay
8	Caja Nacional de Seguro Social	24	Centro de Salud Jaihuayco
9	Hospital Harry Williams	25	Centro de Salud Alto Cochabamba
10	Hospital Univalle	26	Centro de Salud Lacma
11	Hospital Albina Patiño	27	Centro de Salud Sebastián Pagador
12	Centro de Salud Cochabamba	28	Centro de Salud La Maica
13	Centro de Salud Pacarita	29	Centro de Salud Gloria
14	Centro de Salud Temporal	30	Centro de Salud España
15	Centro de Salud Condebamba	31	Policlínico Nº 32
16	Centro de Salud Sarcobamba	32	Prosalud

Anexo 8. Definición de caso, variables resultado

En base a las definiciones preestablecidas por el equipo ICAS, se construyeron las variables resultado usando las variables “Diagnóstico final” (DF) y “Otras enfermedades” (OE) para las siguientes patologías en base a los siguientes criterios:

1. **Asma Crónico.** Todas aquellas fichas cuyo DF u OE hacían mención a *Asma* o *Asma Bronquial*.
2. **Ataque de Asma.** Todas aquellas fichas cuyo DF u OE hacían mención a *Ataque de Asma* o *Asma Aguda*.
3. **Bronquitis Aguda.** Fichas cuyo DF u OE hacían mención a *Bronquitis asmaliforme*, u *Bronquitis* en general.
4. **Bronquitis Crónica.** Fichas cuyo DF u OE hacían mención a *Bronquitis crónica*.
5. **EPOC.** Fichas cuyo DF u OE hacían mención a *EPOC*, *Bronquiectasias*, *Atelectasias*.
6. **IRAS.** Fichas cuyo DF u OE hacían mención a *IRAS*, *Neumonía*, *Bronconeumonía*, *Bronqueolitis*, *resfriado común*, *gripe*, *faringitis*, *amigdalitis*, *laringitis*, *traqueitis* o *relacionados*.
7. **Rinitis.** Fichas cuyo DF u OE hacían mención a *Rinitis*, *Rinofaringitis*, *Rinosinusitis*, o *relacionados*.
8. **Conjuntivitis.** Fichas cuyo DF u OE hacían mención a *Conjuntivitis*

**Impacto de la Contaminación Atmosférica en la Salud
Ficha Epidemiológica - Municipio Cercado de Cochabamba**

Datos Generales del Establecimiento de Salud

Nº

1. Establecimiento de Salud: _____

2. Distrito Municipal: 3. Fecha de consulta o ingreso hospitalario: ____/____/____

Datos Generales del Paciente

4. Número de Historia Clínica: 5. Apellido Paterno y Nombre: _____

6. Edad años cumplidos: /meses (solo lactantes) 7. Sexo: M F 8. Procedencia: Rural Urbano

9. Grado de Instrucción: Analfabeto Primaria Secundaria Superior

10. Municipio donde vive: Cercado Colcapirhua Quillacollo Sacaba Tiquipaya Otro

11. Zona donde vive: _____ 12. Distrito Municipal

13. Tiempo de Residencia en años 14. Horas por día que permanece en domicilio

15. Municipio donde trabaja o estudia: Cercado Colcapirhua Quillacollo Sacaba Tiquipaya Otro

16. Zona de trabajo o estudio: _____ 17. Distrito Municipal (llenar si es Cercado)

18. Horas por día que permanece en el trabajo 19. Años de trabajo:

20. Ocupación principal: _____

21. De qué se ocupa la empresa donde trabaja: _____

Información Clínica

22. Fecha de inicio de Sintomatología: ____/____/____ 23. Tipo de Consulta: Nueva Repetida

24. Peso [kg]: 25. Talla [mts]: 26. ¿El paciente fue hospitalizado?. Si No

27. Condición de Egreso: Estacionario Mejorado Recuperado Transferido Fallecido Otro

28. Tipo de Enfermedad: Cardiovascular Respiratoria Otro

29. Diagnóstico Final: Asma crónico Ataque de asma Bronquitis aguda Bronquitis Crónica EPOC
 Infarto agudo de miocardio Insuficiencia Cardíaca 30. Otra enfermedad especifique: _____

31. Comentarios y Observaciones: _____

32. Nombre y Apellido del/a investigador/a: _____

33. Fecha de llenado de la ficha ____/____/____

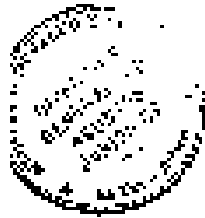
**Ministerio de Salud y Deportes - SEDES - SWISSCONTACT- Complejo Hospitalario Viedma
Universidad Católica Boliviana - GMC - Establecimientos de Salud del Municipio Cercado**

Anexo 10. Resolución Ministerial Formulario y Guía ICAS

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS

MINISTERIO DE TRABAJO

2014



COPIA LEGALIZADA

#03091

RESOLUCION MINISTERIAL

27 MAR 2014

MS/009

En Consideración del Proyecto de Decreto con Fuerza de Ley...
Artículo 1º.- El presente Decreto con Fuerza de Ley...

CONSIDERANDO

Que los recursos para atender a las necesidades de las personas con discapacidad...
Que el COMISIÓN CONSULTIVA ASISTENCIAL...
Que el COMISIÓN CONSULTIVA ASISTENCIAL...

POR TANTO

El Gobierno de Bolivia y el Poder Judicial por la vía de la ley...

RESUELVE

ARTÍCULO ÚNICO.- Que en el plazo máximo de un mes...

Notificar a los señores...

Vertical stamp on the left side of the page

Signature and stamp of the Ministry of Economy and Finance

Signature and stamp of the Ministry of Labor

ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

Signature and stamp at the bottom center



Anexo 11. Índice de Figuras

- Figura 1 Tasa de crecimiento del Parque automotor en grandes Ciudades de Bolivia comparación del crecimiento a escala nacional 1999-2005 (Número de vehículos por mil habitantes)
- Figura 2 Concentraciones promedio de máximos de 1 hora de Dióxido de Nitrógeno, Cercado, Cochabamba, Bolivia, 2004 - 2005
- Figura 3 Concentraciones promedio de máximos de 24 horas de Dióxido de Nitrógeno, Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 - abril 2005
- Figura 4 Concentraciones promedio de máximos de 1 hora de Ozono (O₃), Cercado, Cochabamba, Bolivia, 2004 - 2005
- Figura 5 Concentraciones promedio de máximos de 8 horas de Ozono (O₃), Cercado, Cochabamba, Bolivia, 2004 - 2005
- Figura 6 Morbilidad registrada por grupos de edad, Cercado- Cochabamba Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 7 Prevalencia anual de enfermedades en estudio, Cercado-Cochabamba Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 8 Número de casos de enfermedades en estudio por sexo Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 9 Distribución del número de consultas según tipo de consulta Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 10 Comportamiento de las consultas diarias de IRAS y bronquitis aguda Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 11 Comportamiento de las consultas diarias de EPOC, rinitis y conjuntivitis Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 - Abril 2005
- Figura 12. Comportamiento estacional de consultas diarias: asma crónico, ataque de asma y bronquitis crónica, Cercado Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 13 Relación entre concentración de O₃ y número de consultas por asma crónico, Cercado – Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 14 Relación entre concentración de O₃ y número de consultas por EPOC Cercado, Cochabamba, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 15 Relación entre concentración de O₃ y número de consultas por rinitis Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 16 Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por asma crónico, Cercado-Cochabamba, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 17 Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por asma agudo, Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 18 Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por bronquitis aguda, Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 19 Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por IRAS Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 20 Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por rinitis. Cercado-Cochabamba, Bolivia, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 21 Relación entre concentración de NO₂ y número de consultas por conjuntivitis. Cercado-Cochabamba, mayo 2004 – abril 2005
- Figura 22 Coeficientes de regresión (Riesgos Relativos) a 95% de IC - Efecto de las variables explicativas sobre las variables resultado

Anexo 12. Índice de Tablas

Tabla 1 Características demográficas y geográficas de Cochabamba, Bolivia, Mayo 2004-2005

Tabla 2 Valores de la concentración de O₃ y NO₂, Cercado – Cochabamba, Bolivia; mayo 2004 - abril 2005.

Tabla 3 Número de casos registrados por grupo étnico, Mayo 2004 – Abril 2005, Cercado – Cochabamba

Tabla 4 Número de casos por patología y grupo de edad, Cercado-Cochabamba Bolivia, mayo 2004 – abril 2005

Tabla 5 Temperatura y humedad relativa el Municipio de Cercado, Mayo 2004 – Abril 2005 Cercado – Cochabamba

Tabla 6 MLG (modelo lineal generalizado) O₃ vs. número de consultas por asma crónico

Tabla 7 MLG (modelo lineal generalizado) O₃ vs. número de consultas por EPOC

Tabla 8 MLG (modelo lineal generalizado) O₃ vs. número de consultas por rinitis

Tabla 9 MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. número de consultas por asma crónico

Tabla 10 MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. número del consultas por ataque de asma

Tabla 11 MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. número de consultas por bronquitis aguda

Tabla 12 MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. número de consultas por IRAS

Tabla 13 MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. número de consultas por rinitis

Tabla 14 MLG (modelo lineal generalizado) NO₂ vs. número de consultas por conjuntivitis

Tabla 15 Coeficientes de Riesgo estimados y resultados de la aplicación de la herramienta “Air Quality” para el cálculo de la fracción atribuible de riesgo en la contaminación por O₃ y NO₂.

Índice de Anexos

Anexo 1 Valores guía de calidad del aire recomendados por la OMS y normas de varios países al respecto

Anexo 2 Valores actualizados por la OMS para el uso del Paquete “Air Quality” Ozono (O₃)

Anexo 3 Municipio, superficie, población de Cochabamba

Anexo 4 Ubicación de los sitios de monitoreo de la Red MoniCA

Anexo 5 Ubicación de sitios de muestreo y variables monitoreadas en la ciudad de Cochabamba – Bolivia

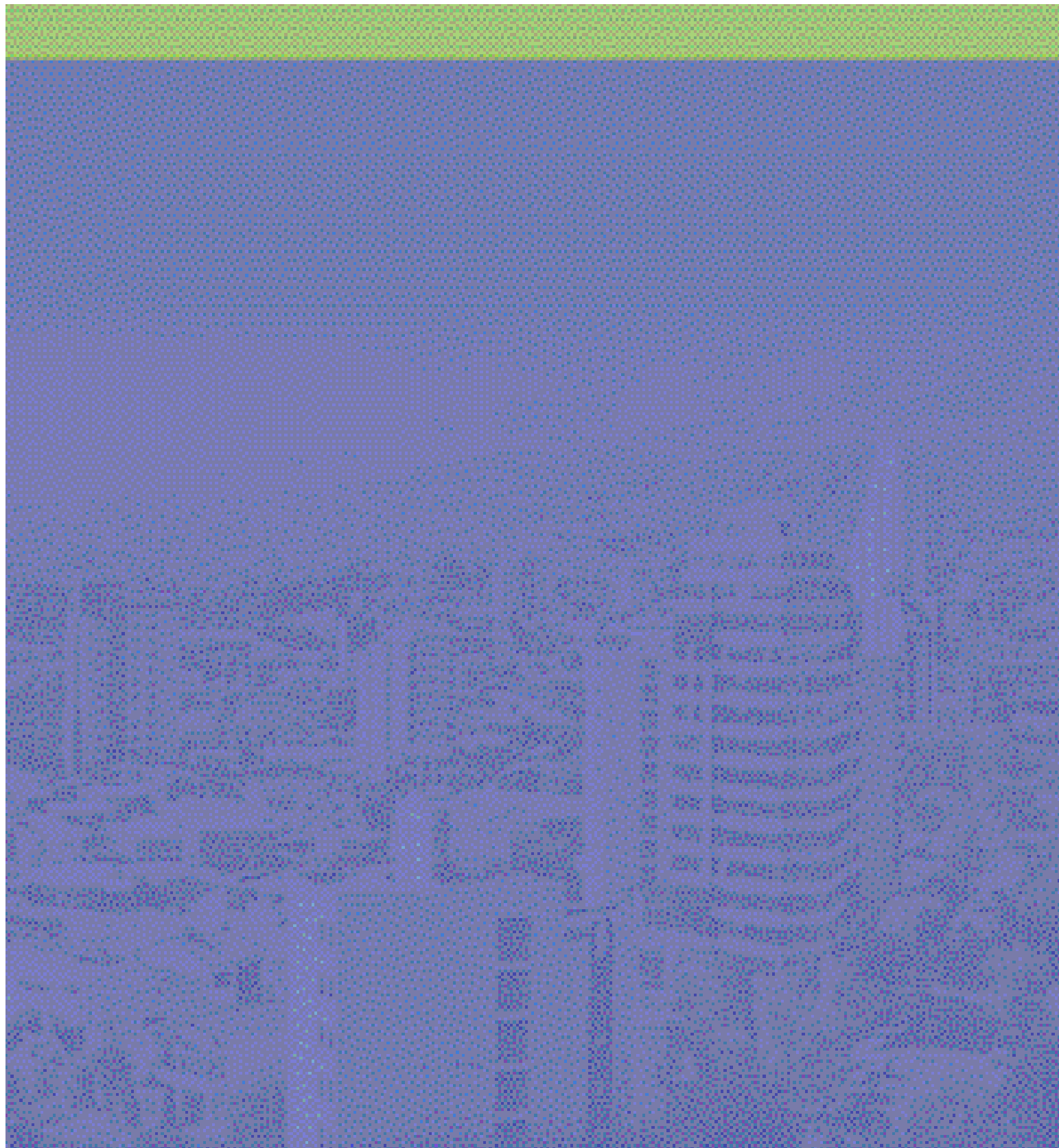
Anexo 6 Tecnología utilizada por la Red MoniCA, Cochabamba

Anexo 7 Listado Establecimientos de Salud

Anexo 8 Definición de caso, variables resultado

Anexo 9 Formulario Proyecto de Investigación ICAS

Anexo 10 Resolución Ministerial Formulario y Guía ICAS



- 1. **CONFERENCIA**
- 2. **CONFERENCIA**
- 3. **CONFERENCIA**
- 4. **CONFERENCIA**
- 5. **CONFERENCIA**
- 6. **CONFERENCIA**
- 7. **CONFERENCIA**
- 8. **CONFERENCIA**
- 9. **CONFERENCIA**
- 10. **CONFERENCIA**
- 11. **CONFERENCIA**
- 12. **CONFERENCIA**
- 13. **CONFERENCIA**
- 14. **CONFERENCIA**
- 15. **CONFERENCIA**
- 16. **CONFERENCIA**
- 17. **CONFERENCIA**
- 18. **CONFERENCIA**
- 19. **CONFERENCIA**
- 20. **CONFERENCIA**
- 21. **CONFERENCIA**
- 22. **CONFERENCIA**
- 23. **CONFERENCIA**
- 24. **CONFERENCIA**
- 25. **CONFERENCIA**
- 26. **CONFERENCIA**
- 27. **CONFERENCIA**
- 28. **CONFERENCIA**
- 29. **CONFERENCIA**
- 30. **CONFERENCIA**
- 31. **CONFERENCIA**
- 32. **CONFERENCIA**
- 33. **CONFERENCIA**
- 34. **CONFERENCIA**
- 35. **CONFERENCIA**
- 36. **CONFERENCIA**
- 37. **CONFERENCIA**
- 38. **CONFERENCIA**
- 39. **CONFERENCIA**
- 40. **CONFERENCIA**
- 41. **CONFERENCIA**
- 42. **CONFERENCIA**
- 43. **CONFERENCIA**
- 44. **CONFERENCIA**
- 45. **CONFERENCIA**
- 46. **CONFERENCIA**
- 47. **CONFERENCIA**
- 48. **CONFERENCIA**
- 49. **CONFERENCIA**
- 50. **CONFERENCIA**
- 51. **CONFERENCIA**
- 52. **CONFERENCIA**
- 53. **CONFERENCIA**
- 54. **CONFERENCIA**
- 55. **CONFERENCIA**
- 56. **CONFERENCIA**
- 57. **CONFERENCIA**
- 58. **CONFERENCIA**
- 59. **CONFERENCIA**
- 60. **CONFERENCIA**
- 61. **CONFERENCIA**
- 62. **CONFERENCIA**
- 63. **CONFERENCIA**
- 64. **CONFERENCIA**
- 65. **CONFERENCIA**
- 66. **CONFERENCIA**
- 67. **CONFERENCIA**
- 68. **CONFERENCIA**
- 69. **CONFERENCIA**
- 70. **CONFERENCIA**
- 71. **CONFERENCIA**
- 72. **CONFERENCIA**
- 73. **CONFERENCIA**
- 74. **CONFERENCIA**
- 75. **CONFERENCIA**
- 76. **CONFERENCIA**
- 77. **CONFERENCIA**
- 78. **CONFERENCIA**
- 79. **CONFERENCIA**
- 80. **CONFERENCIA**
- 81. **CONFERENCIA**
- 82. **CONFERENCIA**
- 83. **CONFERENCIA**
- 84. **CONFERENCIA**
- 85. **CONFERENCIA**
- 86. **CONFERENCIA**
- 87. **CONFERENCIA**
- 88. **CONFERENCIA**
- 89. **CONFERENCIA**
- 90. **CONFERENCIA**
- 91. **CONFERENCIA**
- 92. **CONFERENCIA**
- 93. **CONFERENCIA**
- 94. **CONFERENCIA**
- 95. **CONFERENCIA**
- 96. **CONFERENCIA**
- 97. **CONFERENCIA**
- 98. **CONFERENCIA**
- 99. **CONFERENCIA**
- 100. **CONFERENCIA**

airelimpio
AIRE LIMPIO
SWISSCONTACT



**HOSPITALARIO
VIEDMA**

IBISMED