

DIAGNÓSTICO DE LÍNEA BASE

Cuenca Atmosférica de Ilo

Preparado por:

Subgrupo de Diagnóstico Línea Base

GESTA Zonal del Aire de Ilo, conformado por:

- **Ministerio de Salud**
- **Municipalidad Provincial de Ilo**
- **Southern Peru Copper Corporation**
- **EnerSur**
- **Asociación Civil Labor**
- **CONAM - Consejo Nacional del Ambiente**

Ilo, Noviembre 2006

*El subgrupo de Información General de Ilo, preparó el presente trabajo, por encargo del GESTA Zonal del Aire de Ilo.
Integrantes del sub-grupo:*

*ING. NOELIA HINOJOSA ZEBALLOS
ING. MIGUEL DARIO OVIEDO CALDERON
Bach. BLG. A. ANTHONY JO NOLES
ING. ADÁN BAHAMONDES GARCIA
ING. SEBASTIAN CCANTO BRAVO
Bach. ING. ELMER TICONA PAUCARA*

*Municipalidad Provincial de Ilo
Southern Peru Copper Corporation
Asociación Civil Labor
EnerSur
Consejo Nacional del Ambiente
MINSA-Moquegua*

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES.....	3
2. ALCANCES.....	3
3. OBJETIVO.....	3
4. METODOLOGIA.....	3
4.1. <i>Definición de los límites geográficos de la cuenca atmosférica de Ilo.....</i>	3
4.1.1. Geografía y Topografía	3
4.1.2. Clima y Meteorología.....	6
4.1.3. Delimitación de la Cuenca Atmosférica de Ilo.....	6
4.2. <i>Inventario de Emisiones.....</i>	7
4.2.1. Emisión por fuentes móviles.....	7
4.2.2. Emisión por fuentes fijas	10
4.2.3. Emisiones Totales	13
4.3. <i>Evaluación de la Calidad del Aire</i>	15
4.3.1. Dióxido de Azufre	17
4.3.2. Material Particulado (PM ₁₀)	19
4.3.3. Dióxido de nitrógeno (NO ₂).....	21
4.3.4. Plomo (Pb).....	21
4.3.5. Material particulado (PM _{2,5})	22
4.3.6. Otros contaminantes incluidos en el Reglamento	23
4.4. <i>Evaluación del Impacto de la contaminación del aire en la salud.....</i>	24
4.4.1. Prevalencia de enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 a 14 años y factores asociados a la calidad del aire	24
4.4.2. Objetivos del estudio	24
4.4.3. Alcances del estudio.....	24
4.4.3.1. Ámbito geográfico	24
4.4.3.2. Población de estudio.....	24
4.4.3.3. Periodo de estudio	25
4.4.4. Metodología	25
4.4.4.1. Tipo de estudio.....	25
4.4.4.2. Fuente de información	25
4.4.4.3. Enfermedades respiratorias en el estudio	25
4.4.4.4. Estratos.....	26
4.4.4.5. Limitaciones del estudio:.....	27
4.4.5. Resultados.....	27
4.4.6. Conclusiones del estudio de prevalencia	27
5. MEDIDAS PREVENTIVAS APLICADAS EN LA PROVINCIA DE ILO.....	28
5.1. <i>Programa de Control Suplementario.....</i>	28
5.2. <i>Plan de Contingencia de Ilo</i>	31
6. CONCLUSIONES.....	33
7. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	36
ANEXOS	37

Siglas, Abreviaturas, Símbolos y Unidades

CO	: Monóxido de Carbono
COV	: Compuestos Orgánicos Volátiles.
HC	: Hidrocarburo.
H ₂ S	: Sulfuro de Hidrogeno
H ₂ SO ₄	: Acido Sulfúrico
NO ₂	: Dióxido de Nitrógeno
NOx	: Óxidos de Nitrógeno
O ₃	: Ozono
Pb	: Plomo
PM	: Material Particulado
PM ₁₀	: Material Particulado con diámetro aerodinámico menor o igual a 10 µm
PM _{2.5}	: Material Particulado con diámetro aerodinámico menor o igual a 2.5 µm
PTS	: Partículas Totales en Suspensión
SO ₂	: Dióxido de Azufre
SO ₃	: Trióxido de Azufre
SO _x	: Óxidos de Azufre
t/año	: Tonelada Métrica por Año
t/d	: Tonelada Métrica por día
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
µg/m ³	: Microgramos por metro cúbico
t/año	: Tonelada Métrica por Año
t/d	: Tonelada Métrica por día
ug/m ³	: Micro gramos por metro cúbico
Km.	: Kilómetro
CONAM	: Consejo Nacional del Ambiente
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental
DESA-Moquegua	: Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental – Moquegua
DIRESA	: Dirección Regional de Salud
DREM	: Dirección Regional de Energía y Minas
ECA	: Estándar de Calidad Ambiental.
EnerSur	: Energía del Sur
EsSalud	: Empresa de Servicios de Salud
GESTA	: Grupo de Estudio Técnico Ambiental
MINSA	: Ministerio de Salud
MPI	: Municipalidad Provincial de Ilo
PAMA	: Programa de Adecuación y Manejo Ambiental
SPCC	: Southern Peru Copper Corporation
UTM	: Mercator Universal Transverso

1. ANTECEDENTES

Mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM la Presidencia del Consejo de Ministros aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (en adelante *Reglamento*), luego de haber sido consultada con el sector privado y la sociedad civil por más de dos años desde su formulación técnica hasta su aprobación político – institucional con el objeto de lograr el consenso de los sectores empresariales, pesqueros, mineros e industriales, incluyendo a las organizaciones no gubernamentales especializadas en el tema ambiental así como de las instituciones públicas vinculadas a la calidad del aire, se logró el equilibrio entre los objetivos de protección de la salud como el de tener reglas claras para la inversión pública y privada en el mediano y largo plazo.

El *Reglamento* establece como objetivo la protección de la salud de la población, a través de estándares primarios de calidad del aire y estrategias para alcanzarlos progresivamente. Asimismo, se crearon trece (13) zonas de atención prioritaria, entre las que se encuentra la ciudad de Ilo.

Mediante Decreto de Consejo Directivo N° 027-2001-CD/CONAM se creó el Grupo de Estudio Técnico Ambiental (GESTA) Zonal de Aire de Ilo.

A la fecha el GESTA tiene elaborados y aprobados los siguientes documentos:

- a) *Delimitación de la Cuenca Atmosférica de Ilo*
- b) *Información General de Ilo*
- c) *Inventario de Emisiones de Fuentes Fijas*
- d) *Inventario de Emisiones de Fuentes Móviles*
- e) *Monitoreo de la Calidad del Aire*
- f) *Estudio epidemiológico (en base del estudio de Prevalencias elaborado por la OGE-MINSA,)*

2. ALCANCES

El presente documento muestra el diagnóstico de línea base respecto a las emisiones generadas en la cuenca atmosférica y la calidad del aire, para ello se emplearon los resultados obtenidos en los informes elaborados por los subgrupos del GESTA Zonal del Aire de Ilo e instituciones encargadas.

Adicionalmente se describen algunas medidas que se vienen implementando con la finalidad de preservar la calidad del aire en las zonas pobladas de Ilo.

El marco legal para el desarrollo del presente documento es el Reglamento y en él se establece que el Diagnóstico de Línea Base debe ser elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) e instituciones públicas sectoriales, regionales, locales, así como entidades privadas, en este sentido el GESTA de Ilo conformó el subgrupo correspondiente.

3. OBJETIVO

El objetivo del Diagnóstico de Línea Base es evaluar de manera integral la calidad del aire en la Cuenca Atmosférica de Ilo y sus impactos sobre la salud y el ambiente, que servirá de insumo para la elaboración del Plan de Acción “A Limpiar el Aire”.

4. METODOLOGIA

4.1. Definición de los límites geográficos de la cuenca atmosférica de Ilo

4.1.1. Geografía y Topografía

Ilo (Figura 1) pertenece, según el mapa de los Grandes Paisajes del Perú o Provincias Biogeográficas propuesto por el CDC (Centro de Datos para la conservación) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (1991), al denominado desierto pacífico templado cálido, que es una

franja que recorre la costa sur del Perú, desde la bahía de la Independencia en Pisco, hasta Moquegua; expandiéndose hacia los contrafuertes de la Cordillera Occidental, al sur del río Tambo y es extremadamente árida. Los paisajes son desérticos e incluyen tillandsiales, matorrales, lomas y montes ribereños de los ríos Ica, Majes, Locumba y Sama.

Ilo, por estar enclavado en la costa sur del Perú está caracterizado por la presencia de la cadena costanera y cadena litoral, que corre paralela al mar y la cortan los ríos que afluyen al Océano Pacífico. Estos ríos suelen quedar encerrados en valles angostos después de atravesar dicha cadena, cuya elevación nunca es mayor de 800 m. La Cadena Costanera al pasar por Ilo, es interrumpida por el río Osmore, poco profundo y de poco caudal el que se incrementa en épocas de lluvias de la sierra peruana (enero a marzo) y en cuyas orillas se asienta el Valle de Ilo, un valle angosto que ocupa parte del distrito del Algarrobal y la zona limítrofe de los distritos de Ilo y Pacocha. El valle tiene como característica sus cultivos de olivos, siendo el resto del territorio desértico y con una vegetación en general escasa y nula, reduciéndose la flora desértica a plantas propias del desierto y que sobreviven de la humedad del ambiente, que es más frecuente en la estación de invierno. (Referencia 1)

La topografía a partir de la línea de costa muestra un gradual levantamiento hasta aproximadamente 100 metros de altitud, luego una brusca elevación hacia un paisaje colinoso en ambos márgenes del Valle.

En el área geográfica delimitada de la cuenca atmosférica de Ilo, esta comprendida la población objetivo (ciudad de Ilo y valle olivícola de Ilo) y las fuentes contaminantes que son elementos importantes en la elaboración del Diagnóstico de Línea Base y el Plan de Acción “A Limpiar el Aire”. (Referencia 2).

Figura 1: Mapa de Ilo



4.1.2. Clima y Meteorología¹

El clima de Ilo es típico de una zona costera, con temperaturas promedio que oscilan entre los 29,8 °C en verano hasta 16,0 °C en invierno. Habiéndose registrado temperaturas máximas puntuales en periodos del fenómeno del Niño de hasta 35,7 °C en febrero de 1998, así como temperaturas mínimas de hasta 10,4 °C en el mes de septiembre de 1999 coincidiendo con la fase mas acentuada del fenómeno de la Niña.

La humedad relativa promedio mensual registrada oscila entre 65% y 95%. Pero eventualmente se presentan períodos, en época de verano, de mayor humedad atmosférica llegando hasta la saturación, es decir al 100% en épocas de verano.

El tipo de nubosidad que caracteriza la región de Ilo es estacional, presentándose en verano una nubosidad dispersa, tipo cirrus y cirrus-cúmulos, que son nubes altas y que están asociadas a los vientos, en tanto que en invierno la nubosidad predominante son estratocúmulos y cúmulos, típicos de toda la franja costera, asociada a las aguas frías del Océano Pacífico.

En el sector del litoral el número de horas de sol varía durante el año, es mayor en la estación de verano con un promedio de 8 horas de sol/día, en invierno el número de horas de sol se reduce a valores nulos, llegando a 3,5 horas sol/día el resto del año.

En general, el comportamiento del viento en Ilo presenta una velocidad media mensual que fluctúa de 4 a 5 m/s en Punta de Coles y de 0 a 2 m/s en el valle de Ilo, en ambos casos se registran mayores velocidades en las estaciones de primavera y verano, y menores en otoño e invierno. En Ilo la dirección predominante del viento es un 70% procedente del este sur este (ESE), registrada en la estación CO-Punta Coles a nivel anual y mensual.

4.1.3. Delimitación de la cuenca atmosférica de Ilo

La cuenca atmosférica es la zona geográfica en la cual, debido a la topografía, se modifica la circulación atmosférica (entre la superficie terrestre y la capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de vientos locales que influyen en el transporte, dispersión y/o acumulación de los contaminantes (ver Anexo 1).

Se delimitó la cuenca atmosférica siguiendo la metodología descrita en el documento “Delimitación de la cuenca atmosférica de Ilo” (ver Referencia 2”).

Se ha determinado un área total de 554 560 km² de la cuenca atmosférica de Ilo, donde se ubican las fuentes de emisión de contaminantes que eventualmente son causantes del deterioro de la calidad del aire. El área urbana representa el 4,3% de la superficie total y en ella se encuentra la población objetivo.

La cuenca atmosférica de Ilo, presenta tres micro zonas: sur, central y norte, siendo la micro zona central donde se ubica la población (*zona objetivo*), donde se realizan los estudio y monitoreos meteorológicos y de la calidad del aire.

Cuadro 1: Límites de la cuenca atmosférica

Límites de cuenca atmosférica	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		Zonas Límites
	Latitud	Longitud	UTM-X	UTM-Y	
NORTE	17 °28´20,28”	71°18´48,10”	254328,35	8066705,85	Por lomas de Chuza
SUR	17°48´22,07”	71°10´11,31”	270003,65	8029930,96	Antes de Punta Chambali
ESTE	17°45´25,92”	71°06´16,33”	276864,33	8035426,28	Por el Cerro Dacha Luna
OESTE	17°42´18,84”	71°22´54,47”	277381,26	8040828,22	Por Punta Coles y Océano Pacífico

¹ Ver Referencia 1 y 2

4.1.3.1 Micro Zona Sur

Está caracterizada por una topografía que se levanta gradualmente tierra adentro hasta los 400 m.s.n.m; luego finaliza con pendientes abruptas hasta la cota de 1000 m.s.n.m.

El régimen de vientos esta dominado por los vientos alisios, de componentes sur, sur este (S, SE) la mayor parte del año.

Comprende los siguientes lugares: Pampa Las Salinas, Pampa Mesa grande, Cerro Redondo, Lomas La Buitrera, Pampa de Palo, Central Térmica de Ilo 21.

4.1.3.2 Micro Zona Central (Urbana y el Valle de Ilo)

En este caso la topografía está caracterizada por la presencia de un llano costero por debajo de los 400 m.s.n.m. donde destaca Punta Coles, la ciudad de Ilo, Valle olivícola de Ilo (Algarrobal) en forma de cañón hasta la parte más alta de éste. A partir de ésta cota, al lado sur se aprecian colinas de hasta 600 m.s.n.m; mientras que en el margen norte la topografía varía rápidamente hasta los 800 y 1000 m.s.n.m.

Dentro de esta microcuenca se pueden apreciar los siguientes lugares: Ciudad Nueva, Puerto de Ilo, reserva Punta Coles, Distrito de Pacocha, Playas Pozo de Lisas y otras, Aeropuerto de Ilo, Distrito de Algarrobal, Empresas Pesqueras, CETICOS Ilo.

4.1.3.3 Micro Zona Norte

Caracterizada por una topografía abrupta que se eleva rápidamente hasta los 1000 m.s.n.m; estas características singulares influyen en las condiciones de circulación local de los vientos.

Sus lugares comprendidos dentro de esta zona son: Lomas de Chuza, Quebrada de Chuza, Planta de Fundición de la empresa minera SPCC, Quebrada Tora, Quebrada Licona, Empresas Pesqueras, Refinería de la empresa minera SPCC, Quebrada Molle, Quebrada Zaparo.

Cuando las condiciones meteorológicas locales prevalecen sobre las condiciones sinópticas en toda el área, estas tres micro zonas interactúan. SENAMHI a determinado que la altura media de la base de inversión térmica se ubica en los 1000 m.s.n.m.

4.2. Inventario de Emisiones

Se muestra un primer inventario de las emisiones producidas por las principales fuentes fijas² (puntuales y de área) y fuentes móviles³ identificadas en la cuenca atmosférica de Ilo.

Los resultados obtenidos reflejan la cuantificación de las emisiones producidas en toda la cuenca atmosférica de Ilo por las fuentes fijas y no implican por si solas valores que incidan significativamente sobre la calidad del aire, siendo necesario, para una evaluación integral, considerar las características inherentes al área geográfica y la topografía; las condiciones meteorológicas y climáticas; ubicación de las fuentes de emisión respecto a las áreas urbanas; densidad poblacional, entre otros en donde se ha realizado el estudio.

4.2.1. Emisión por fuentes móviles

Las emisiones provenientes de las fuentes móviles para los contaminantes listados en el Reglamento son las mostradas en los cuadros 2 y 3.

Asimismo, se han calculado emisiones de compuestos no incluidos en el *Reglamento*⁴.

² Fuente puntual es toda instalación establecida en un solo lugar que tenga como propósito desarrollar procesos industriales o comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Fuentes de área representan las emisiones de las fuentes que son demasiado numerosas y dispersas como para ser incluidas de manera eficiente en un inventario de fuentes puntuales.

³ El término "fuente móvil" se emplea para describir a una amplia variedad de vehículos de transporte o de carga que se movilicen por vía marítima o terrestre y que provocan contaminación del aire.

Cuadro 2: Emisiones por Fuentes Móviles

Sustancia	t/d	t/año
Dióxido de Azufre (SO ₂)	0.197	72.0
Material Particulado (PM ₁₀)	ND*	
Monóxido de Carbono (CO)	3.45	1,259.0
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ND	
Ozono (O ₃)	ND	
Plomo (Pb)	0.0075	2.7
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	ND	

*ND: No Determinado

Contaminantes incluidos en el Reglamento

Cuadro 3: Emisiones por Fuentes Móviles, según fuente móvil

Fuente Móvil	SO ₂	CO	Pb	PTS*	NOX *	COV*	HC*	PM*
	(t/año)							
Vehículos Automotores	59.0	1,079.6	2.7	38.0	330.2	259.2	-	-
Locomotoras	6.9	11.0	-	-	107.7	-	5.2	2.7
Embarcaciones Marítimas	6.2	168.4	-	1.0	1,043.6	0.6	27.1	50.3
Total	72.0	1,259.0	2.7	39.0	1,481.5	259.8	32.3	53.0

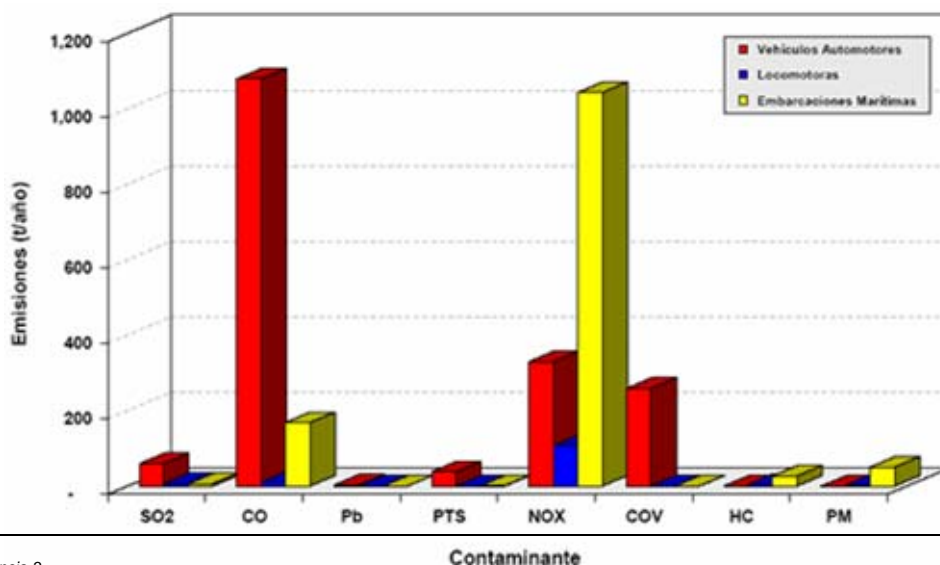
* No incluidos en el Reglamento

(1) Estimado en base a factores de emisión de la Guía de la OMS

(2) Estimado en base a factores de emisión de la EPA

(3) Estimado en base a factores de emisión de la Guía (alto tonelaje) y de la EPA (embarcaciones menores)

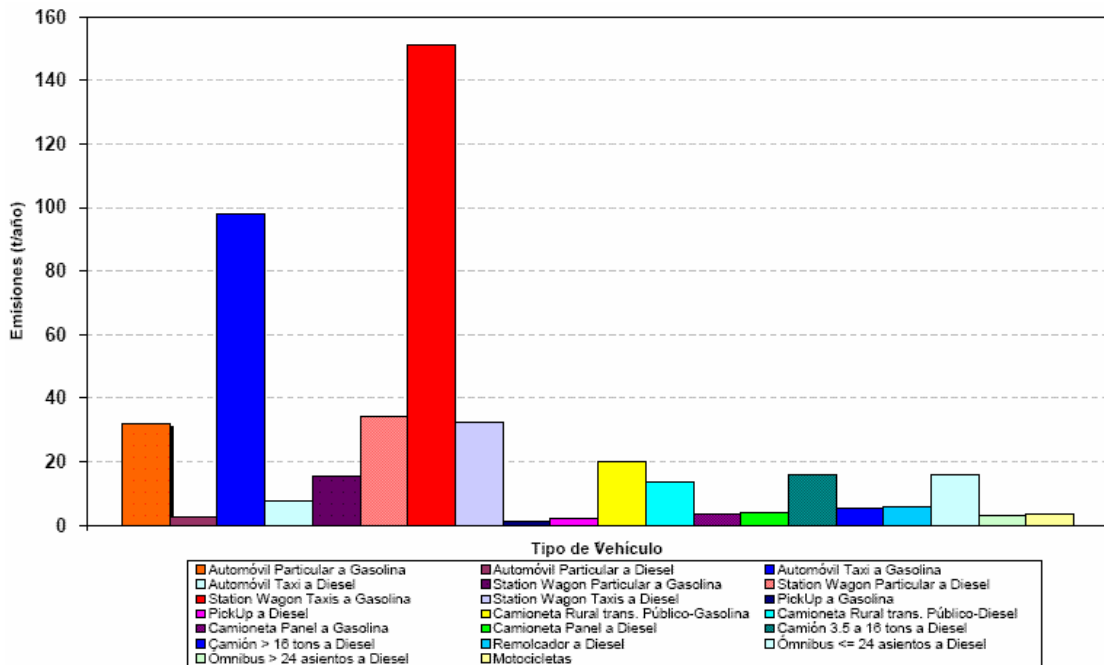
La Figura 2 muestra las emisiones atmosféricas de contaminantes para el total de contaminantes, por tipo de fuente móvil en t/año. Se puede observar que el monóxido de carbono (CO), emitido por los vehículos automotores, es el principal contaminante seguido por los óxidos de nitrógeno (NOx) y posteriormente por los compuestos orgánicos volátiles (COV) provenientes también de los vehículos automotores.

Figura 2: Emisiones Totales por Fuentes Móviles

4 Ver Referencia 3

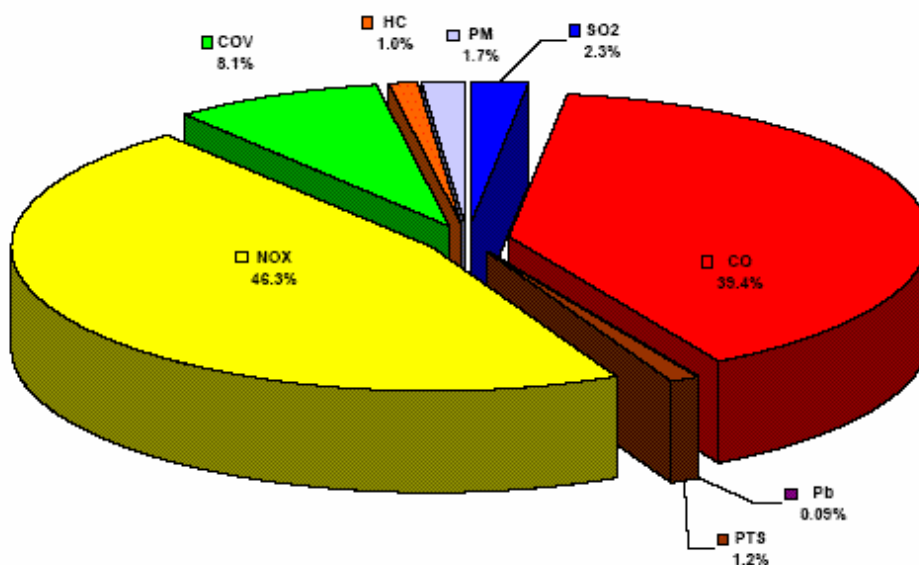
En la Figura 3 se puede observar que los taxis tipo “station wagon” a gasolina son los principales emisores de CO, seguido de los automóviles taxis a gasolina. En tercer lugar, con emisiones similares, los vehículos “station wagon” taxis a diesel; particulares “station wagon” a diesel y automóviles a gasolina.

Figura 3: Emisión de CO, Según tipo Vehículo



La Figura 4, nos muestra una caracterización porcentual promedio de las emisiones totales del Parque Automotor

Figura 4: Emisión Porcentual de Contaminantes – Total Fuentes Móviles



4.2.2. Emisión por fuentes fijas^{5,6}

Se identifican las fuentes de emisiones puntuales y de área, más importantes de la cuenca atmosférica de Ilo, no se están considerando las fuentes de emisión de origen natural como las emisiones de polvo provenientes del desierto y aerosoles del mar.

Cuadro 4: Fuentes Fijas más importantes en la cuenca atmosférica de Ilo

FUENTE	Cantidad
Empresas pesqueras	06
Tanques de almacenamiento de combustible	11
Fundición de cobre	01
Refinería de cobre	01
Planta de cal	01
Centrales termoeléctricas	02
Planta de tratamiento de aguas servidas	01
Pollerías	19
Panaderías	45
Grifos y/o servicentros	11
Relleno sanitario	01
TOTAL	99

En la Figura 5, se muestra la ubicación geográfica de las fuentes, dentro de la cuenca atmosférica de Ilo.

El siguiente cuadro muestra las emisiones calculadas en las fuentes fijas de acuerdo a los sectores productivos y de servicios identificados, resaltando que para el sector pesquero sólo se consideran los cálculos de emisiones de material particulado de sus equipos auxiliares (motores de combustión, etc.), más no de sus procesos productivos.

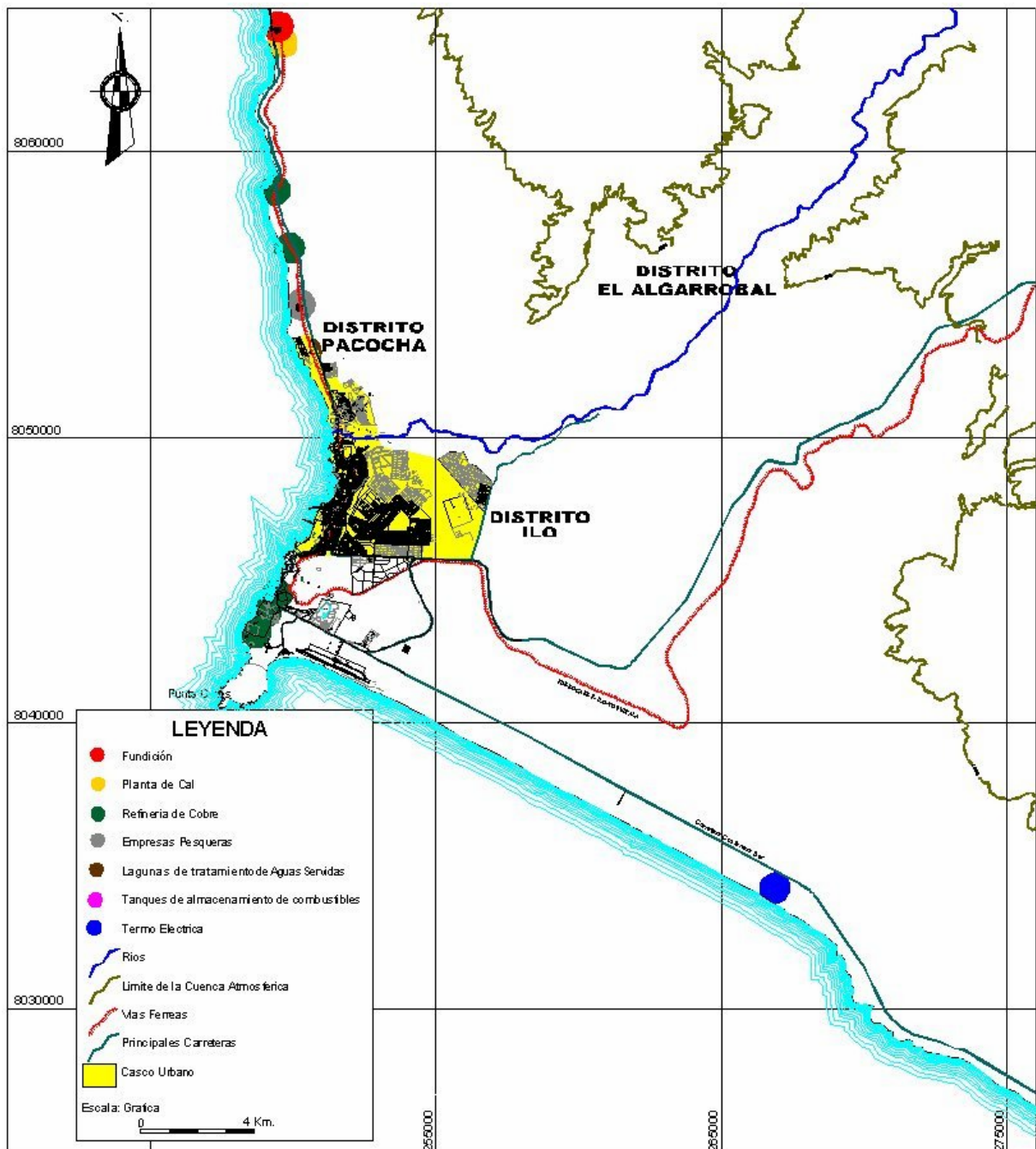
Cuadro 5: Emisiones de Fuentes Fijas – Contaminantes Incluidos en la Norma

Sector	SO ₂	PM ₁₀	CO	H ₂ S	SO ₂	PM ₁₀	CO	H ₂ S
	t/año				t/d			
Sector Minero Metalúrgico	440,741	1,226.2	-	-	1,207.5	3.36	-	-
Sector Electricidad	6,102.4	90.3	278.5	-	16.72	0.25	0.76	-
Sector Pesquero	471.8	12.1	47.9	22.1	1.29	0.03	0.13	0.06
Sector Hidrocarburos	-	-	-	-	-	-	-	-
Sector Comercial	0.1	-	88.5	-	0.00	-	0.24	-
Otros	1.9	-	0.9	-	0.01	-	0.00	-
Total	447,317	1,328.7	415.8	22.1	1,225.5	3.6	1.1	0.06

⁵ Fuentes fijas son las que emiten contaminantes a la atmósfera y pueden ser puntuales, cuando se trata de una instalación establecida en un solo lugar (ejem. chimeneas) y de área cuando representan a fuentes dispersas (ejem. Pollerías, panaderías)

⁶ Ver Referencia 4

Figura 5: Ubicación de las Fuentes Fijas de Emisión



Respecto a los contaminantes incluidos en el DS-074-2001-PCM:

Dióxido de azufre (SO₂): es el mayor contaminante emitido al ambiente dentro de la cuenca atmosférica de Ilo por las fuentes fijas identificadas, siendo la principal fuente de emisión la Fundición de Ilo, que se ubica a 16 km. al noreste de la ciudad. Un segundo contribuyente es el sector electricidad cuyas centrales se encuentran ubicadas a 16 km. al noreste y a 25 km. al sureste del Puerto de Ilo; finalmente, el sector pesquero conformado por 6 empresas.

Material particulado (PM₁₀): es el siguiente contaminante normado emitido en importancia, se han considerado para el cálculo, sólo las emisiones de las actividades ó procesos para los cuales ha sido posible encontrar factores de emisión (*en el caso del sector pesquero solo se encontraron para sus equipos auxiliares de generación eléctrica mas no para sus procesos de producción que son una fuente importante de PM₁₀*), tampoco se han considerado las emisiones de PM₁₀ por fuentes naturales (*arrastre de material particulado por acción del viento en la franja costera y aerosoles provenientes de mar*), que son una fuente importante de emisión y que eventualmente provoca terrales impidiendo la visibilidad y afectando la calidad del aire.

Para poder clasificar en orden de importancia las fuentes de emisión de PM₁₀ se requiere conocer las emisiones de las fuentes antes mencionadas, estimaciones que no fueron posibles realizar por razones de tiempo, recursos y disponibilidad de información.

Monóxido de carbono (CO): El sector electricidad es el principal emisor de CO, seguido por el sector comercial, en tercer lugar el sector pesquero y por último las emisiones debidas al consumo doméstico de kerosene.

Sulfuro de hidrógeno (H₂S): El total de las emisiones calculadas de H₂S corresponden al sector pesquero, no habiéndose encontrado factores de emisión para otras fuentes como las lagunas de estabilización.

También se han calculado de manera referencial, las emisiones de contaminantes no incluidos en el reglamento. Esto debido a falta de factores específicos adecuados⁷, según se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 6: Emisiones de Fuentes Fijas – Contaminantes No Incluidos en la Norma

Sector	PTS	NO _x	COV	SO ₃	SO _x	PTS	NO _x	COV	SO ₃	SO _x
	t/año					t/d				
Sector Minero Metalurgico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sector Energético	-	2,105	-	-	-	-	5.77	-	-	-
Sector Pesquero	1,585	290.3	2.7	5.9	11.3	4.34	0.80	0.01	0.02	0.03
Sector Hidrocarburos	-	-	167.3	-	-	-	-	0.46	-	-
Sector Comercial	9.5	0.9	29.1	-	-	0.03	0.00	0.08	-	-
Otros	0.5	3.5	0.5	0.03	-	0.00	0.01	0.00	0.00	-
Total	1,595	2,400	199.6	5.9	11.3	4.37	6.58	0.55	0.02	0.03

⁷ Por ejemplo el PM₁₀, es un componente de los PTS así como el NO₂ es una fracción de los NO_x. En la bibliografía proporcionada no se cuenta con factores para PM₁₀ ni para NO₂, por ello se tuvo que emplear referencialmente factores para PTS y NO_x.

Los contaminantes no incluidos en el DS-074-2001-PCM, pero considerados en el presente informe son:

Óxidos de nitrógeno, (NO_x): (contaminante no normado que incluye al NO_2) . El sector electricidad es el principal emisor, Luego tenemos las emisiones del sector pesquero.

Partículas Totales en Suspensión (PTS): (contaminante no normado que incluye al PM_{10}). El sector pesquero constituye la fuente principal de emisión. En segundo lugar encontramos al sector comercial y por último las emisiones debido al consumo de kerosene.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV): La fuente principal de emisión es el sector hidrocarburos, siendo el mayor aportante GMT Consorcio Terminales, seguido el sector comercial, luego el sector pesquero y por último las emisiones debidas al consumo doméstico de kerosene.

De acuerdo a los cálculos y la información contenida en la Guía [Referencia 1], las emisiones de SO_x y de SO_3 corresponden al sector pesquero respectivamente.

El cuadro 8 muestra que la fuente principal de emisión de COV es el terminal de almacenamiento de combustibles de GMT Consorcio Terminales, seguido de los grifos de expendio de combustible.

4.2.3. Emisiones Totales

En el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos de los inventarios de emisiones de fuentes fijas y móviles de la cuenca atmosférica de Ilo. Se identifican las fuentes de emisión y los contaminantes emitidos tanto los normados y no normados.

Se debe considerar que estos resultados corresponden sólo a las fuentes inventariadas.

El dióxido de azufre ocupa el primer lugar en cantidad de emisiones, seguido del monóxido de carbono y en tercer lugar los PM_{10} . Respecto a los contaminantes no incluidos en el reglamento, se tiene como principal contaminante emitido el NO_x , seguido de las PTS y los COV.

Cuadro 7: Emisiones Totales

Fuentes Fijas	Contaminantes Normados (t/año)					Contaminantes no Normados (t/año)						
	SO ₂	CO	PM ₁₀	H ₂ S	Pb	NO _x	PTS	COV	PM	HC	SO _x	SO ₃
Panaderías	0.10	79.90	-	-	-	0.80	8.60	26.20	-	-	-	-
Pollería	-	8.60	-	-	-	0.10	0.90	2.80	-	-	-	-
C.T. Ilo1	2251.00	55.00	76.00	-	-	721.00	-	-	-	-	-	-
C.T. Ilo21	3852.00	224.00	14.00	-	-	1385.00	-	-	-	-	-	-
Grifos	-	-	-	-	-	-	-	7.70	-	-	-	-
GMT - Consorcio Terminales	-	-	-	-	-	-	-	159.50	-	-	-	-
SPCC (Tanques Fundición)	-	-	-	-	-	-	-	1.10	-	-	-	-
EnerSur (Tanques Ilo 1)	-	-	-	-	-	-	-	1.10	-	-	-	-
Fundición	429561.00	-	1062.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planta ácido (H ₂ SO ₄)	10286.40	-	86.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinería	632.30	-	76.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planta de cal	261.20	-	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kerosene - uso doméstico	1.90	0.90	-	-	-	3.50	0.50	0.50	-	-	-	0.03
Pesquera Hayduk S.A.	45.20	2.20	0.40	1.90	-	16.70	153.90	0.30	-	-	0.40	0.60
Pesquera Rubí S.A.	251.90	21.30	5.10	10.00	-	135.10	817.20	1.50	-	-	4.70	3.10
Armadores Pesqueros S.A.	37.70	4.70	1.20	2.90	-	27.20	236.90	0.20	-	-	1.20	0.50
Austral Group S.A.	57.00	8.60	2.40	3.00	-	47.90	154.20	0.30	-	-	2.20	0.70
Pesquera Ilo	40.00	5.90	1.60	2.20	-	33.40	110.70	0.20	-	-	1.50	0.50
Productos Marinos S.A.	40.00	5.20	1.40	2.20	-	30.00	112.50	0.20	-	-	1.30	0.50
Total	447317.70	416.30	1327.70	22.20	-	2400.70	1595.40	201.60	-	-	11.30	5.93
Fuentes Móviles	SO ₂	CO	PM ₁₀	H ₂ S	Pb	NO _x	PTS	COV	PM	HC	SO _x	SO ₃
Vehículos automotores	59.00	1080.00	-	-	2.70	330.20	38.00	259.20	-	-	-	-
Locomotoras	6.90	11.00	-	-	-	107.70	-	-	2.70	5.20	-	-
Embarcaciones marítimas	6.20	168.40	-	-	-	1044.00	1.00	0.60	50.30	27.10	-	-
Total	72.10	1259.40	-	-	2.70	1481.90	39.00	259.80	53.00	32.30	-	-
Total F. Fijas y F.Móviles	SO ₂	CO	PM ₁₀	H ₂ S	Pb	NO _x	PTS	COV	PM	HC	SO _x	SO ₃
TOTAL	447389.80	1675.70	1327.70	22.20	2.70	3882.60	1634.40	461.40	53.00	32.30	11.30	5.93

4.3. Evaluación de la Calidad del Aire

Los Estándares de Calidad del Aire, son aquellos que consideran niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, los que deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en el reglamento del DS-074-2001-PCM. Como estos estándares protegen la salud, son considerados estándares primarios. Los contaminantes considerados en el reglamento y sus respectivos valores de concentración son:

Cuadro 8: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire⁸

Anexo 1- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

(Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico.
NE significa no exceder)

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTANDAR		METODO DE ANALISIS ¹
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Nitrogeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Anual ²			Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Sulfuro de Hidrogeno	24 horas ²			Fluorescencia UV (método automático)

¹ O método equivalente aprobado

² A determinarse según lo establecido en el Artículo 5º del presente reglamento

Anexo 2 Valores de tránsito

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTANDAR		METODO DE ANALISIS
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	100	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
PM-10	Anual	80	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	200	NE más de 3 veces/año	
Dióxido de Nitrogeno	1 hora	250	NE más de 24 veces/año	Quimiluminiscencia (Método automático)
Ozono	8 horas	160	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)

Anexo 3 Valores Referenciales

CONTAMINANTE	PERIODO	FORMA DEL ESTANDAR VALOR	METODO DE ANALISIS
PM-2.5	Anual	15	Separación inercial/ filtración (gravimetría)
	24 horas	65	

⁸ Fuente: D.S. Nº 074-2001-PCM Reglamento de Estándares Nacionales de la Calidad del Aire, Anexos 1, Anexo 2 y Anexo 3.

Valores de Tránsito (Anexo 2): Son ECAs establecidos temporalmente como parte del proceso de implementación de los ECAs. Se aplicarán a las ciudades donde, luego de realizado el monitoreo presenten valores mayores a los establecidos en el Anexo 2.

Valores Referenciales (Anexo 3): Niveles de Concentración de un contaminante que debe ser monitoreado obligatoriamente, para el establecimiento de los ECAs nacionales.

La información del monitoreo de la calidad de aire corresponde al periodo 1999-2003 y refleja el estado de la calidad del aire en Ilo, considerando los contaminantes monitoreados por diferentes instituciones públicas y privadas. Los resultados se muestran a continuación:

4.3.1. Dióxido de Azufre

En el cuadro 10 se presenta la concentración promedio anual de dióxido de azufre monitoreado en las diversas estaciones instaladas en la ciudad de Ilo.

Cuadro 10: Concentración Promedio Anual de SO₂ (µg/m³)

Estación de Monitoreo	1999	2000	2001	2002	2003
Ciudad Jardín - MPI	206	130	-	-	-
Pueblo Nuevo - MPI	-	-	92	118	95
Miramar - MPI	109	118	64	95	69
Ross Siding - SPCC	86	96	76	91	88
Alto Ilo - MPI	64	60	38	57	38
Pampa Inalámbrica - EnerSur	-	56	55	56	59
Pampa Inalámbrica - MPI	34	50	16	24	31
El Algarrobal - MPI	187	211	221	213	87

Los valores están referidos a 20°C y 1 atm de Presión

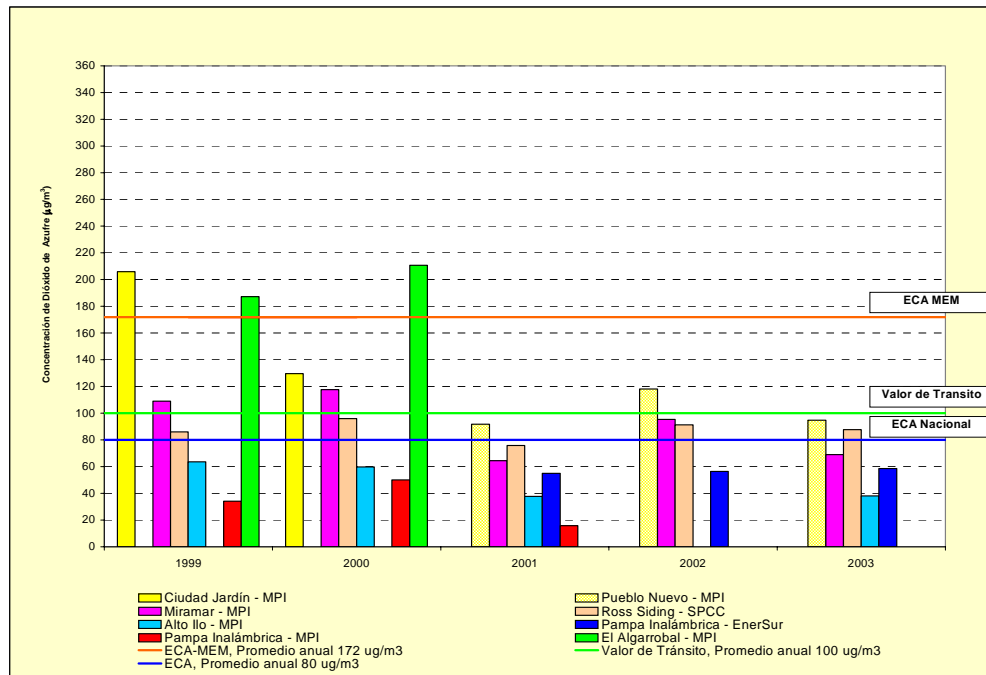
Valor de Tránsito, Promedio Anual 100 µg/m³

ECA , Promedio Anual 80 µg/m³

Las celdas coloreadas representan datos insuficientes (< 75%) para validar el periodo considerado

En la figura siguiente se presentan los promedios anuales en cada una de las estaciones de monitoreo, ordenadas de acuerdo a su ubicación geográfica. Estos promedios anuales se comparan con el ECA y el Valor de Tránsito.

Figura 7: Concentración Promedio Anual de SO₂ (µg/m³)



La figura muestra lo siguiente:

- En la estación de monitoreo de Ciudad Jardín - MPI, el promedio anual para dióxido de azufre en el año 1999 y el siguiente año se encuentra por encima del *valor de tránsito*; a partir del 2001 esta estación se traslada a Pueblo Nuevo, los promedios anuales alcanzados en los años 2001 y 2003 se encuentran entre el ECA y el *valor de tránsito*, excepto en el año 2002 que supera este último valor.
- En la estación de monitoreo de Miramar - MPI, los promedios anuales alcanzados en 1999 y en el 2000 superan el *valor de tránsito*; en los años 2001 y el 2003, estos promedios decrecen y se encuentran debajo del ECA, sin embargo en el 2002 el promedio anual se encuentra entre el ECA y el valor de tránsito.
- En la estación de Ross Siding – SPCC, los promedios anuales que prevalecen se encuentran entre el ECA y el *valor de tránsito*.
- En las estaciones de Alto Ilo, Pampa Inalámbrica - MPI y Pampa Inalámbrica - EnerSur, los promedios anuales no superan el ECA.
- En la estación el Algarrobal los promedios anuales superan los ECAs y el valor de tránsito para el año 1999 y el 2000; para los años comprendidos entre el 2001 y 2003 los promedios anuales no se han incluido, dado que la información colectada no cumple con el 75% de datos válidos.

Los cuadros 11 y 12 presentan el número de veces que la concentración promedio diaria para SO₂, excedió el formato del estándar nacional y el del MEM.

Cuadro 11: Número de veces que se excedió el ECA nacional para SO₂

Estacion de Monitoreo	1999	2000	2001	2002	2003
Ciudad Jardín - MPI	70	38	-	-	-
Pueblo Nuevo - MPI	-	-	24	27	21
Miramar - MPI	30	26	15	19	12
Ross Siding - SPCC	21	27	14	17	17
Alto Ilo - MPI	12	14	5	10	3
Pampa Inalambrica - EnerSur	-	3	13	10	6
Pampa Inalambrica - MPI	7	9	2	1	2
El Algarrobal - MPI	51	62	40	7	2

Notas:

ECA, Promedio 24 horas, no exceder mas de una vez al año (DS-074-2001-PCM)

La estación de monitoreo de Ciudad Jardín – MPI, fue reubicada en Pueblo Nuevo en el año 2001

La estación de Pampa Inalámbrica de EnerSur inicia sus operaciones en Junio del 2000

Cuadro 12: Número de veces que se excedió el ECA-MEM para SO₂

Estacion de Monitoreo	1999	2000	2001	2002	2003
Ciudad Jardín - MPI	39	10	-	-	-
Pueblo Nuevo - MPI	-	-	14	11	8
Miramar - MPI	12	10	5	9	1
Ross Siding - SPCC	6	5	7	9	3
Alto Ilo - MPI	7	3	2	5	1
Pampa Inalambrica - EnerSur	-	3	3	3	1
Pampa Inalambrica - MPI	3	3	0	0	0
El Algarrobal - MPI	31	30	22	3	0

Notas:

ECA Promedio 24 horas, no exceder mas de una vez al año

La estación de monitoreo de Ciudad Jardín – MPI, fue reubicada en Pueblo Nuevo en el año 2001

La estación de Pampa Inalámbrica de EnerSur inicia sus operaciones en Junio del 2000.

Los resultados de los monitoreos de saturación realizados por DIGESA, se presentan en los cuadros siguientes:

Cuadro 13: Monitoreo de Saturación (Prom.24 horas) para el SO₂ en µg/m³ (13 al 19 de agosto del 2002)

Estación de Monitoreo	13-Ago-02	14-Ago-02	15-Ago-02	16-Ago-02	17-Ago-02	18-Ago-02	19-Ago-02
E - 1 Ceticos Ilo	35	8	2	5	5	8	3
E - 2 C.S. Miramar	79	18	20	8	9	33	15
E - 3 Ciudad Nueva		16	15	27	8	10	42
E - 4 C.S. Pampa Inalámbrica	35	11	13	7	3	5	10

ECA Promedio 24 horas 365 µg/m³

Cuadro 14: Monitoreo de Saturación (Prom. 24 horas) para el SO₂ en µg/m³ (3 al 9 de febrero del 2004)

Estación Monitoreo	03-Feb-04	04-Feb-04	05-Feb-04	06-Feb-04	07-Feb-04	08-Feb-04	09-Feb-04
E-1 Ceticos Ilo	12	6	8	10	9	15	6
E-2 C.S. Miramar	8	28	41	40	25	48	23
E-3 Comisaría	28	28	39				
E-4 Pampa Inalámbrica	6		20	21	25	39	
E-5 C.E. Daniel Becerra Ocampo							
E-6 Ex Club de Obreros				183	61	51	66

ECA Promedio 24 horas 365 µg/m³

Como se puede apreciar en ninguno de los dos periodos de monitoreo se alcanza ni supera el ECA para 24 horas de 365 µg/m³.

4.3.2. Material Particulado (PM₁₀)

Este contaminante es monitoreado en forma periódica, unicamente por la empresa SPCC cada 6 días (método de separación inercial/gravimetría), utilizando esta información se elaboró el cuadro siguiente, en donde se presentan las medias aritméticas y geométricas anuales del monitoreo entre los años 1999 y 2003.

Cuadro 15: Promedio Anual para el PM₁₀ (µg/m³)

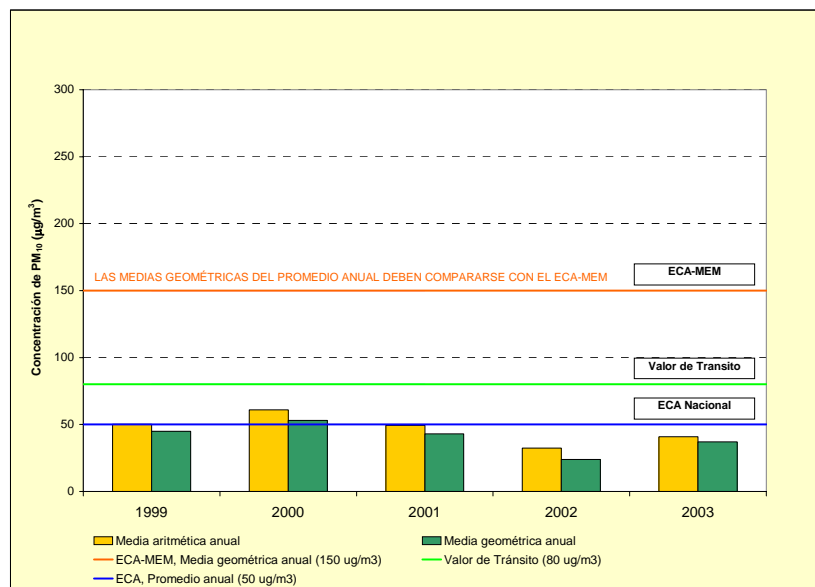
Estacion Ross Siding	1999	2000	2001	2002	2003
Media aritmetica anual	50	61	49	32	41
Media geometrica anual	45	53	43	24	37

ECA, Media aritmética anual 50 µg/m³

Valor de transito media aritmética anual 80 µg/m³

ECA-MEM, Promedio geométrico anual 150 µg/m³

Como se puede apreciar en la figura siguiente, en el periodo 1999 al 2003 no se superó el ECA anual de 50 µg/m³, excepto en el año 2000. Para el caso del valor de transito (80 µg/m³) y el ECA-MEM (150 µg/m³), no fueron superados en ninguna oportunidad.

Figura 8: Promedio Anual para PM₁₀

En el cuadro 16, se presenta el número de veces por año en que los promedios diarios para PM₁₀ fueron sobrepasados. Como se puede observar en ningún año se excedió más de 3 veces por año.

Cuadro 16: Número de veces que se excedió los ECAs (Promedio 24 horas para PM₁₀)

Estacion Ross Siding	1999	2000	2001	2002	2003
ECA, No exceder mas de tres veces al año	0	2	2	1	0
Valor de Transito, No exceder mas de tres veces al año	0	0	1	0	0
ECA-MEM, No exceder mas de una vez al año	0	0	0	0	0

ECA, Promedio aritmético anual 50 µg/m³

Valor de Transito, Promedio aritmético anual 80 µg/m³

ECA-MEM, Promedio anual 150 µg/m³

La DIGESA realizó un monitoreo de saturación de este contaminante, ubicando una estación en el centro educativo Daniel Becerra Ocampo (zona céntrica de la ciudad), el ECA (150 µg/m³) y el valor de transito (200 µg/m³) para 24 horas no fueron excedidos en ninguna oportunidad durante el periodo de monitoreo.

Cuadro 17: Monitoreo de Saturación (Prom.24 horas) para el PM₁₀ en µg/m³

Estación de Monitoreo	14-Ago-02	15-Ago-02	16-Ago-02	17-Ago-02	18-Ago-02	19-Ago-02	20-Ago-02	21-Ago-02
E - 5 C.E. Daniel Becerra Ocampo	74	78	48	32	29	33	32	33.4

Las celdas coloreadas representan datos insuficientes (<75%) para validar el período considerado

Valor de Tránsito Promedio aritmético 24 horas 200 µg/m³

ECA, Promedio aritmético 24 horas 150 µg/m³

Dióxido de nitrógeno (NO₂)

En la cuenca atmosférica de Ilo, ninguna institución pública o privada realizó, ni realiza, el monitoreo continuo de este contaminante.

DIGESA realizó dos monitoreos de saturación (Método de Referencia Activo de la EPA, Capítulo N°1, CFR 40, Parte 53, Apéndice F) durante el 2002 y el 2004 para Dióxido de Nitrógeno (NO₂). Los resultados presentados en los cuadros adjuntos son referenciales, pues el monitoreo realizado empleó una base de 24 horas y los ECAs están referidos a Promedios aritméticos anuales (100 µg/m³), 1 hora (200 µg/m³) y un valor de tránsito promedio 1 hora (250 µg/m³).

Cuadro 18: Promedios 24 horas para el NO₂ en µg/m³ (13 al 19 agosto del 2002)

Estación de Monitoreo	13-Ago-02	14-Ago-02	15-Ago-02	16-Ago-02	17-Ago-02	18-Ago-02	19-Ago-02
E - 1 Cetilos Ilo	4	5	3	4	4	4	5
E - 2 C.S. Miramar	7	8	5	5	6	5	3
E - 3 Ciudad Nueva	-	8	6	8	7	5	5
E - 4 C.S. Pampa Inalámbrica	4	3	4	5	6	6	7

No existe un estándar nacional para promedios diarios para el NO₂

Cuadro 19: Promedios 24 horas para el NO₂ en µg/m³ (3 al 9 febrero del 2004)

Estación Monitoreo	03-Feb-04	04-Feb-04	05-Feb-04	06-Feb-04	07-Feb-04	08-Feb-04	09-Feb-04
E-1 Cetilos Ilo	-	1	1	1	1	1	1
E-2 C.S. Miramar	1	2	2	2	1	1	2
E-3 Comisaría	2	1	1	-	-	-	-
E-4 Pampa Inalámbrica	1	-	1	1	1	1	1
E-5 C.E. Daniel Becerra Ocampo	-	-	-	-	-	-	-
E-6 Ex Club de Obreros	-	-	-	2	2	2	2

No existe un estándar nacional para promedios diarios para el NO₂

4.3.4. Plomo (Pb)

En Ilo no existe monitoreo continuo de Plomo. Según el Anexo 1 del *Reglamento*, el método de análisis a emplearse para la determinación de plomo en el ambiente es el método gravimétrico para PM₁₀ (*espectrofotometría de absorción atómica*).

Los resultados del monitoreo de saturación presentados por la DIGESA para el plomo, provienen del análisis de muestras de partículas totales en suspensión (PTS) y no de PM₁₀ como lo establece la norma.

Cabe destacar que en el *Reglamento* y en el D.S. N° 069-2003-PCM (del 15 de julio del 2003) no se establecen promedios diarios para éste contaminante, por lo cual es recomendable que la DIGESA adecue sus monitoreos a la forma del estándar. Sin embargo, el método de referencia activo de la EPA, Capítulo N° 1, CFR 40, Parte 50, Apéndice G, usado por DIGESA, es internacionalmente reconocido. El ECA promedio mensual para Pb es de 1.5 µg/m³ que no deberá excederse más de cuatro veces al año y se estableció el promedio anual en 0,5 µg/m³.

Cuadro 20: Promedios 24 horas para Pb en µg/m³ (13 al 19 de agosto del 2002)

Estación Monitoreo	13-Ago-02	14-Ago-02	15-Ago-02	16-Ago-02	17-Ago-02	18-Ago-02	19-Ago-02
E-1 Cetilos Ilo	0.08	0.08	0.02	-	-	-	-
E-2 C.S. Miramar	0.14	0.08	0.04	< 0.02	0.03	< 0.02	< 0.02
E-3 Ex Club de Obreros	0.02	0.07	0.06	0.03	0.03	< 0.02	0.07
E-4 Pampa Inalámbrica	< 0.02	< 0.02	< 0.02	-	-	-	-

No existe promedio diario para el Pb

El signo "<" que antecede al valor mostrado en el cuadro, representa que la concentración de plomo hallada en la muestra se encuentra debajo de su límite de cuantificación.

Cuadro 21: Promedios 24 horas para el Pb (3 al 9 de febrero del 2004)

Las concentraciones promedio diario de plomo, a excepción de la obtenida el 8 de febrero en la estación denominada E-6 (Ex Club de Obreros de SPCC), son menores que su límite de cuantificación.

4.3.5. Material particulado ($PM_{2.5}$)

El Art. 4 del Reglamento indica que debe realizarse monitoreo del material particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) con el objeto de establecer su correlación

Estación Monitoreo	03-Feb-04	04-Feb-04	05-Feb-04	06-Feb-04	07-Feb-04	08-Feb-04	09-Feb-04
E-1 Ceticos Ilo	< 0.25	< 0.26	< 0.23	< 0.23	< 0.23	-	< 0.25
E-2 C.S. Miramar	< 0.37	< 0.39	< 0.38	< 0.37	< 0.39	< 0.38	< 0.39
E-3 Comisaría	< 0.24	< 0.23	< 0.23	-	-	-	-
E-4 Pampa Inalámbrica	< 0.31	< 0.33	< 0.30	< 0.29	-	< 0.30	< 0.31
E-5 C.E. Daniel Becerra Ocampo	< 0.24	< 0.24	< 0.34	< 0.23	< 0.33	-	-
E-6 Ex Club de Obreros	-	-	-	< 0.23	< 0.26	0.31	< 0.27

No existe promedio diario para el Pb

El signo "<" que antecede al valor mostrado en el cuadro, representa que la concentración de plomo hallada en la muestra se encuentra debajo de su límite de cuantificación.

con el PM_{10} .

En la cuenca atmosférica de Ilo, ninguna entidad pública o privada realiza el monitoreo continuo de este contaminante. Los resultados del monitoreo de saturación se presentan en los cuadros y figuras siguientes:

Cuadro 22: Promedios 24 horas para el $PM_{2.5}$ (13 al 19 de agosto del 2002)

Estación Monitoreo	13-Ago-02	14-Ago-02	15-Ago-02	16-Ago-02	17-Ago-02	18-Ago-02	19-Ago-02
E-1 Ceticos Ilo	56	69	33	4	2	6	1
E-2 C.S. Miramar	76	71	27	4	9	4	9
E-3 Ciudad Nueva	90	81	28	1	2	1	8
E-4 C.S. Pampa Inalámbrica	65	54	22	19	6	1	1

Valor Referencial, Promedio 24 horas $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

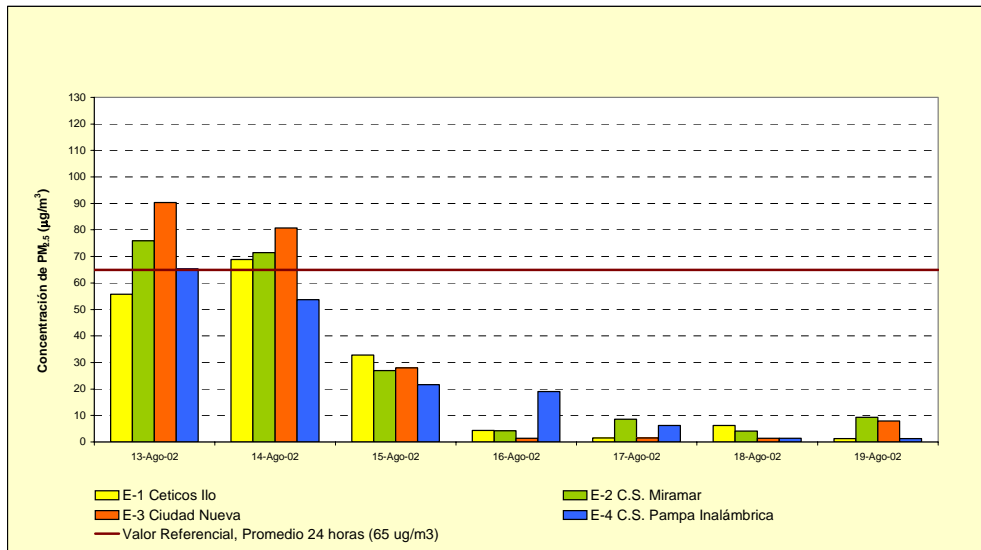
Cuadro 23: Promedios 24 horas para el $PM_{2.5}$ (3 al 9 de febrero del 2004)

Estación Monitoreo	03-Feb-04	04-Feb-04	05-Feb-04	06-Feb-04	07-Feb-04	08-Feb-04	09-Feb-04
E-1 Ceticos Ilo	19	8	9	17	-	13	12
E-2 C.S. Miramar	9	27	34	61	17	39	46
E-3 Comisaría	46	42	-	-	-	-	-
E-4 Pampa Inalámbrica	22	25	11	20	12	18	32
E-5 C.E. Daniel Becerra Ocampo	23	20	44	49	19	-	-
E-6 Ex Club de Obreros	-	-	-	39	28	54	-

Valor Referencial, Promedio 24 horas $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

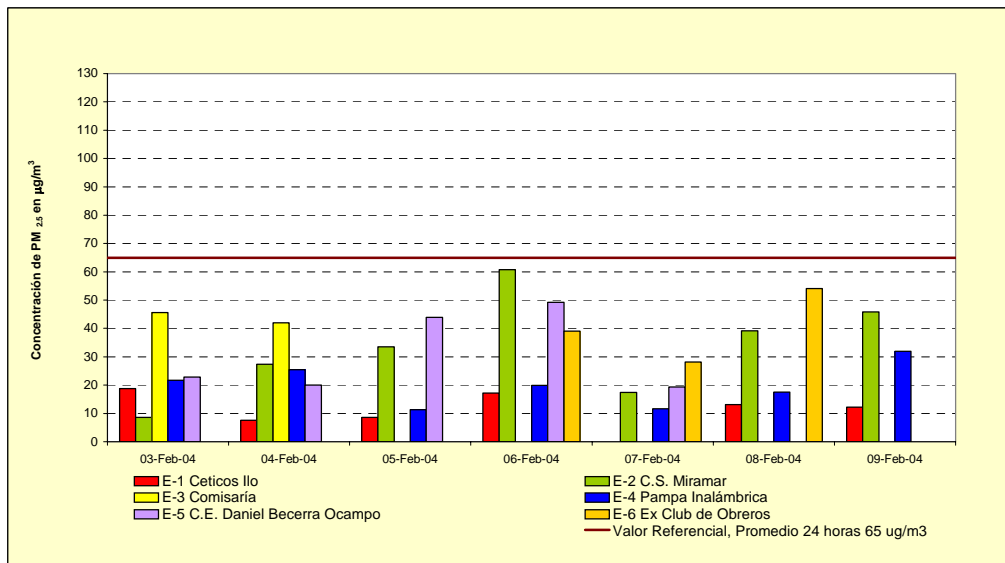
Como se puede apreciar en la figura 9, la concentración promedio diaria excede al valor referencial dos días en la estación Miramar y Ciudad Nueva, un día en CETICOS Ilo y de igual modo en la Pampa Inalámbrica y en el resto de días se mantiene por debajo del valor referencial ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 9: Promedios 24 horas de PM_{2.5} (13 al 19 de agosto del 2002)



En la figura 10 los resultados del monitoreo de saturación de la segunda campaña, muestran que los promedios de concentración diaria no exceden en ninguna oportunidad el valor referencial.

Figura 10: Promedios 24 horas para el PM_{2.5} (3 al 9 de febrero del 2004)



4.3.6. Otros contaminantes incluidos en el Reglamento

Hasta la fecha no se han realizado estudios o monitoreos de Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O₃) y Sulfuro de Hidrógeno (H₂S), ni estudios de caracterización de material particulado indicados en el Art. 4° del Reglamento.

4.4. Evaluación del Impacto de la contaminación del aire en la salud

Según el *Reglamento* artículo 14, los estudios epidemiológicos serán realizados por el Ministerio de Salud (MINSA), quién podrá encargar a terceros, debidamente calificados, la realización de dichos estudios debiendo supervisarlos permanentemente.

4.4.1. Prevalencia de enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 a 14 años y factores asociados a la calidad del aire

El equipo de investigación del Ministerio de Salud, realizó el estudio epidemiológico de línea de base "Prevalencia de las enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 a 14 años y factores asociados a la calidad del aire en la Provincia de Ilo" (referencia 8), en los meses de Noviembre 2,002 y Enero del 2003. El estudio está comprendido en el marco del trabajo conjunto con la Oficina General de Epidemiología (OGE), Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y la Dirección Regional de Salud Moquegua (DIRESA Moq).

4.4.2. Objetivos del estudio

Los objetivos del estudio fueron:

- (1) Determinar la prevalencia de enfermedades respiratorias (asma, rinitis alérgica y faringitis) en escolares de 3 a 14 años.
- (2) Identificar los factores intra y extra domiciliarios asociados con las enfermedades respiratorias (asma, rinitis alérgica y faringitis) por estratos de exposición a la contaminación ambiental del aire en la cuenca atmosférica de Ilo, y
- (3) Establecer la relación entre las enfermedades respiratorias estudiadas y los contaminantes específicos del aire en la cuenca atmosférica de Ilo (Moquegua).

4.4.3. Alcances del estudio

4.4.3.1. Ámbito geográfico

El ámbito Geográfico del estudio abarcó la cuenca atmosférica de Ilo (ver documento delimitación de la cuenca atmosférica de Ilo, GESTA Zonal de Ilo).

4.4.3.2. Población de estudio

La población sujeta a estudio abarcó escolares entre 3 y 14 años de los niveles inicial, primaria y secundaria de los centros educativos (CE) estatales y privados (ver anexo 1).

Para delimitar la población escolar se obtuvo el padrón de los CE con la relación de los alumnos matriculados durante el año 2002, habiéndose encontrado una población escolar de 11,841 alumnos en 42 centros educativos. Este padrón fue proporcionado por el Ministerio de Educación, Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) Ilo.

Cuadro 24: Tamaño de muestra calculada según estratos de exposición
Provincia de Ilo, Región Moquegua, 2002.

Estrato	Población Escolar		Muestra Seleccionada	
	UPM: Colegios	USM: Colegios	UPM: Colegios	USM: Colegios
I	17	5 074	11	411
II	12	4 275	8	346
III	13	2 492	7	202
Total	42	11 841	26	959

Fuente: Elaborado DISA Moquegua / Oficina General de Epidemiología-MINSA

4.4.3.3. *Periodo de estudio*

El estudio se realizó entre los meses de noviembre del año 2002 a enero del año 2003.

4.4.4. **Metodología**

4.4.4.1. *Tipo de estudio*

Se realizó un estudio, transversal, analítico, de base poblacional.

4.4.4.2. *Fuente de información*

La obtención de la información y los registros necesarios para el estudio fueron obtenidos mediante el empleo de encuestas tipo cuestionario, dirigidas a niños y padres de familia.

Los datos del monitoreo de la calidad del aire fueron proporcionados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del MINSA, comprendiendo los diferentes contaminantes que fueron medidos en el ámbito de estudio. El monitoreo de la calidad de aire en Ilo se realizó en dos etapas: época de verano (primera etapa) e invierno (segunda etapa) con monitoreos puntuales de 8 días en cada estación, dentro de la cuenca atmosférica.

4.4.4.3. *Enfermedades respiratorias en el estudio*

En el estudio se definió como enfermedad respiratoria a la rinitis alérgica, faringitis y asma.

Rinitis alérgica: se definió como la presencia de al menos un episodio en los últimos 12 meses de rinorrea y lagrimeo ocular en ausencia de fiebre y gripe.

Faringitis: se definió como la presencia de al menos un episodio en los últimos 12 meses de dolor o prurito de garganta y disfonía en ausencia de fiebre y gripe.

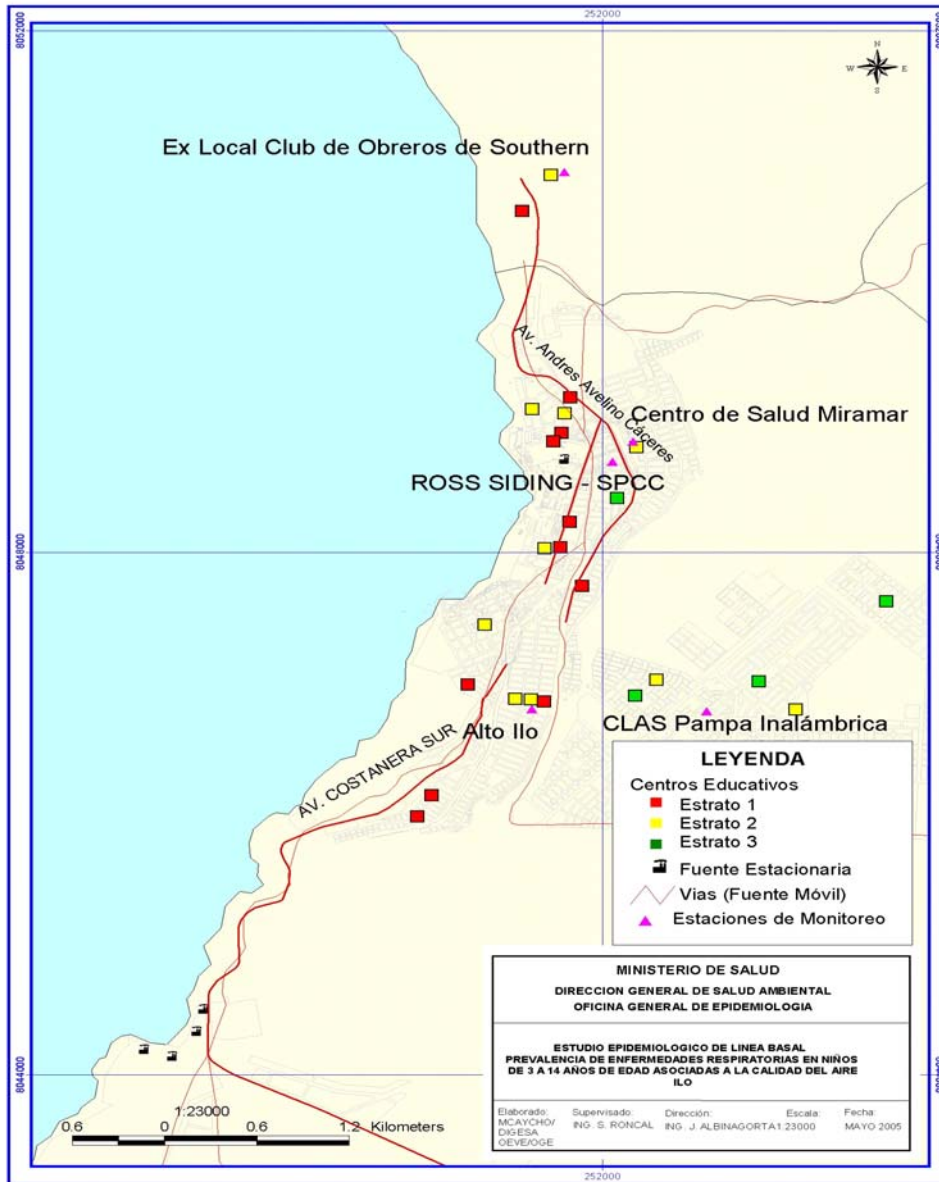
Asma: se utilizaron las siguientes definiciones operacionales con fines epidemiológicos:

- ✓ *Antecedentes de asma:* antecedente personal de haber sido diagnosticado de asma en algún momento de la vida (personal de salud u otra persona).
- ✓ *Antecedente de asma diagnosticado por médico:* antecedente de haber sido diagnosticado de asma por el médico en algún momento de la vida.
- ✓ *Asma actual:* presencia de sibilancia en los últimos 12 meses, además tener antecedente de haber sido diagnosticado de asma por el médico en algún momento de la vida.

4.4.4.4. Estratos

El estudio contempló los siguientes estratos^{9, 10}:

Figura 11: Distribución espacial de centros educativos por estratos de exposición a fuentes contaminantes del aire.



⁹ La ubicación de los centros educativos según estratos se encuentra en el mapa de distribución espacial de los centros educativos por estratos de exposición a fuentes contaminantes del aire.

¹⁰ El documento Plan del Contingencia Atmosférico preparado por el GESTA Zonal del Aire de Ilo presenta una zonificación para los episodios de contaminación, tomando en cuenta estas consideraciones. La selección de estratos ha sido establecida, considerando que los centros educativos se encuentran próximos a grandes industrias (\leq a 500 metros), medianas industrias ($>$ 500 metros) o vías con alto tráfico que provocan niveles elevados de contaminación por fuentes móviles, situación que no refleja la realidad de Ilo, donde la presencia de SO_2 ocurre en ciertos días del año y por algunas horas. La fuente principal de las emisiones de SO_2 es la Fundición de cobre de Ilo, ubicada a 16 km al norte de la ciudad. Cuando se presentan estos episodios, estos pueden afectar espacialmente a varios colegios a la vez y en algunos casos a todos los colegios a la vez dadas las características y el área geográfica de Ilo.

Cuadro 25: Tamaño de muestra calculada según estratos de exposición

Estrato I	Estrato II	Estrato III
Escolares de centros educativos ubicados cerca de: - Grandes industrias (< a 500 metros), o	Escolares de centros educativos ubicados cerca de: - Medianas industrias (> 500 metros a 2 Km), o	Escolares de centros educativos cerca de: - Pequeña actividad comercial (ubicado a >2 Km), zona residencial, o
Vías con mayor tránsito vehicular (vías de carretera, Av. principales, doble carril con afluentes en avenidas principales y con flujo \geq 30 vehículos por minuto), o	-Vías con moderado tránsito vehicular (calles, jirones, con flujo mayor de 10-29 vehículos por minuto), o	-Vías con escaso tránsito vehicular (flujo menor de 10 vehículos por minuto) o
- Zonas áridas (lugares sin vías de asfalto), y	- Lugares con algunas vías de asfalto, y	- Vías con presencia de asfalto y
- Sin áreas verdes.	- Sin áreas verdes.	- Presencia de áreas verdes.

Fuente: Criterios definidos por el equipo de investigación y expertos en el tema ambiental.

Fuente: "Prevalencia de enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 a 14 años y factores asociados a la calidad del aire, Provincia Ilo, Moquegua, Perú 2002-2003" – Tabla2.

El análisis de los datos comprendió 959 cuestionarios, que corresponde al 100% de la muestra.

4.4.4.5. Limitaciones del estudio:

Se ha considerado el sesgo de memoria que podría haberse producido con algunas de las variables estudiadas, lo que pudo subestimar el evento. Este sesgo se evitó en lo posible con el empleo de un instructivo y de la capacitación realizada al personal de salud que colaboró en la aplicación del cuestionario, y de la experiencia de ellos en la aplicación de encuestas, así como, de la validación del cuestionario en el estudio piloto.

Por otra parte, la disponibilidad de la información del monitoreo de la calidad de aire fue sólo aquella obtenida puntualmente durante la estación de verano e invierno, lo cual no guardó relación con la fecha de aplicación del cuestionario, debido a la falta de equipos de medición y presupuesto. Debido a esto el análisis de la información podría presentar un sesgo de medición respecto al tercer objetivo del estudio.

4.4.5. Resultados

Los resultados del presente estudio se muestran en el Anexo 2.

4.4.6. Conclusiones del estudio de prevalencia

En base a los resultados obtenidos, los que se muestran en el Anexo 2, se concluye lo siguiente:

1. Las prevalencias generales de las enfermedades respiratorias crónicas en la cuenca atmosférica de la Provincia de Ilo, Moquegua fueron: rinitis alérgica (14,8%), asma (10,4%) y faringitis (19,13%).
2. Las prevalencia de enfermedad respiratoria por estratos de riesgo de exposición a fuentes contaminantes del aire basado en la ubicación del centro educativo mostró mayor prevalencia de Rinitis alérgica (21,3%) y Faringitis (29,2%) en el estrato III, mientras que la prevalencia acumulada de Asma fue mayor en el estrato ambiental I (10,7%).
3. En el Estrato I, el 3.8 % de los niños presentan sibilancia y el 23 % de ellos despierta durante la noche.

4. El 90% de los escolares estudian y viven en áreas de alta y mediana exposición de contaminación del aire (estratos I y II); esto implica un mayor riesgo potencial para la salud de los niños por cuanto estarían más expuestos a contaminantes producidos por las fuentes fijas y móviles de manera constante.
5. En el Estrato I, el 3.8 % de niños son asmáticos, de los cuales el 26,1 % requirió de mayor atención de emergencia por sibilancia. De estos el promedio de ausentismo escolar por presentar sibilancia fue de 8.8 %
6. Los factores ambientales intradomiciliarios y extradomiciliarios (emisiones de fuentes móviles y fijas) se asociaron significativamente a:
 - ✓ **Asma:** tabaquismo materno durante el embarazo, antecedente de dermatitis atópica.
 - ✓ **Rinitis alérgica:** se encontró asociada significativamente con antecedentes de lactancia materna menor de 6 meses, dermatitis atópica, tabaquismo materno durante el embarazo, actividad comercial de riesgo en la vivienda y el uso de aerosoles en la limpieza de la vivienda.
 - ✓ **Faringitis:** Asociado a antecedentes de historia familiar de alergia, lactancia materna menor de seis meses, dermatitis atópica, uso de lejía, uso de kerosene para cocinar dentro de la vivienda y el tener piso de tierra dentro de la vivienda (material particulado).

5. MEDIDAS PREVENTIVAS APLICADAS EN LA PROVINCIA DE ILO

En la última década en la provincia de Ilo se han venido aplicando algunas medidas preventivas con el fin de reducir la exposición de la población a niveles de contaminación que pudieran causar riesgos a la salud.

Estas medidas preventivas involucran tanto cortes en las fuentes de emisión (reducción de las emisiones de contaminantes) en períodos en los cuales existen condiciones meteorológicas adversas, como la activación de estados de alerta en los que se activan un conjunto de medidas en períodos en los que se exceda ciertos niveles de concentración de contaminantes.

5.1. Programa de Control Suplementario

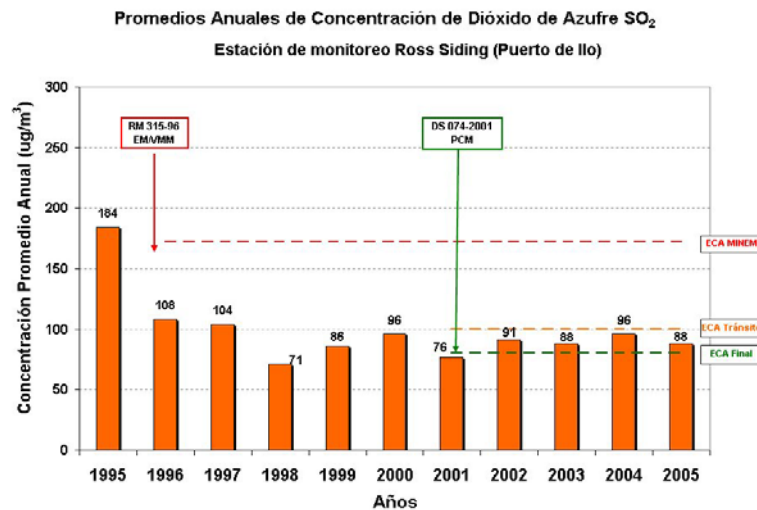
En enero de 1997, SPCC suscribió un PAMA (Programa de Adecuación y Manejo Ambiental) con el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), una de las medidas del PAMA contempla modernizar la fundición de Ilo, proyecto que será culminado en enero del 2007. El proyecto de la modernización permitirá cambiar la tecnología actual de la fundición, enriqueciendo el dióxido de azufre en las corrientes gaseosas del proceso para su conversión en ácido sulfúrico (H_2SO_4), con ello las emisiones de la fundición se reducirán drásticamente y se cumplirá con lo establecido en el PAMA.

No obstante que el proyecto de modernización de la fundición está en marcha, SPCC desde diciembre de 1995 ha implementado de manera voluntaria un Programa de Control Suplementario (PCS) que consiste en la realización de cortes en la producción (reducción de las emisiones de SO_2) cuando se verifican condiciones atmosféricas adversas y un programa de mantenimiento acelerado de equipos en aquellas épocas del año, en que las condiciones climáticas son desfavorables, de no tomar estas acciones, se podría impactar la calidad del aire de la ciudad de Ilo.

El PCS, actualmente en operación, toma como base un gran conjunto de información, resultados de ensayos y datos (emisiones e inmisiones de SO_2 , meteorología, y calidad de aire). Los resultados medidos en las estaciones de monitoreo son recopilados y transmitidos en tiempo real desde las estaciones hacia un sistema central de computadoras. Toda esta información permite la aplicación de técnicas estadísticas y numéricas para la toma de decisiones y la reducción de las emisiones de SO_2 , durante condiciones atmosféricas desfavorables.

La Figura 12 muestra los resultados de las concentraciones promedio anuales de SO₂, medidas en la estación de monitoreo Ross Siding, en la ciudad de Ilo y su comparación con los diferentes ECAs. Puede observarse, una reducción considerable en los valores de la concentración promedio anual de SO₂ a partir de 1996, año en que entra en plena operación el PCS y en mayor grado a partir de 1998.

Figura 12: Concentración anual de SO₂



Fuente: SPCC

De acuerdo con el Contrato de Estabilidad Administrativa Ambiental PAMA y la R.M- N° 315-96-EM/VMM, la modernización de la Fundición de Ilo deberá cumplir con los valores de Calidad de Aire establecidos en el Cuadro 26 (línea ECA MINEM¹¹ de la Figura 12) a partir del 1 de Febrero del 2007; no obstante, para el promedio anual, puede verse que debido a la aplicación del PCS este objetivo se viene cumpliendo desde 1996.

Cuadro 26: Niveles Máximos Permisibles de Calidad del Aire

Parámetro	Concentración	Concentración Media	Concentración Media
	Media Aritmética Diaria	Aritmética Anual	Media Geométrica Anual
	µg/m ³ (ppm)	µg/m ³ (ppm)	µg/m ³
ANHIDRIDO SULFUROSO	572 (0.2)*	172 (0.06)	-

(*) No debe ser excedido más de una vez al año

Fuente: Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES DE GASES Y PARTICULAS PARA LAS ACTIVIDADES MINERO-METALURGICAS, Anexo3.

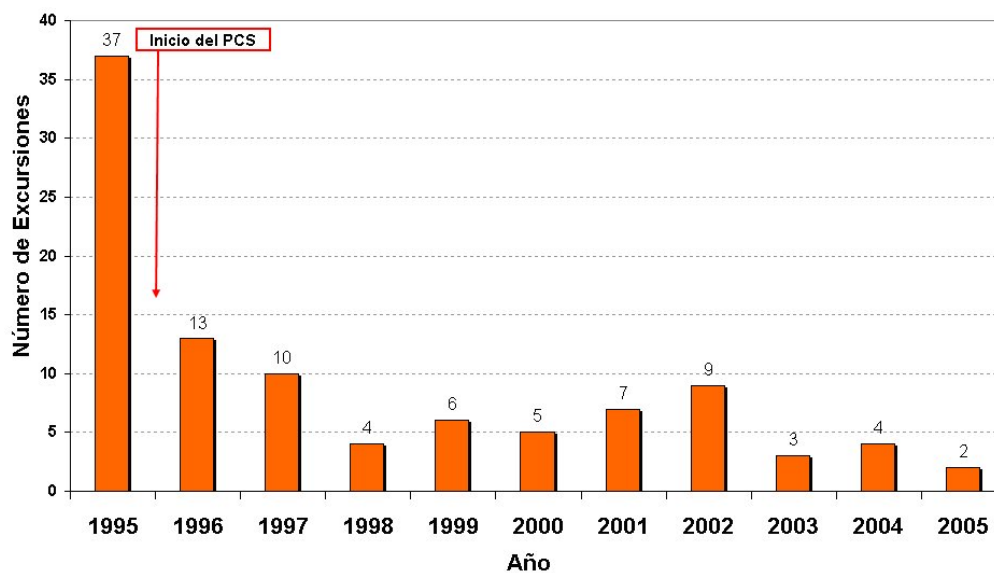
Respecto al ECA MINEM de 24 horas, en la Figura 13 se muestra el número de días al año en que se superó dicho ECA. Se tiene por ejemplo que en el año 2004 se tuvo 4 días en los que se superó dicho nivel. Se observa asimismo una significativa reducción en el número de eventos (días que se sobrepasó el ECA MINEM) a partir de la aplicación del PCS.

¹¹ Actualmente existe legislación ambiental sectorial (sector minero, energético, etc) que establecen estándares de calidad ambiental del aire, las que fueron publicadas antes del Decreto Supremo 074-2001-PCM, que es de carácter nacional.

La R.M-N° 315-96-EM/VMM, establece que no se deberá exceder en más de una oportunidad por año el valor de concentración media aritmética diaria.

Figura 13: Número de Eventos mayores al ECA-MINEM

Número de eventos por año que superaron el ECA-MINEM de 24-horas
Estación de monitoreo Ross Siding (Puerto de Ilo)



Fuente: SPCC

5.2. Plan de Contingencia de Ilo

En Marzo del 2001, la Municipalidad Provincial de Ilo (MPI) mediante la Ordenanza Municipal N° 122, aprobó el Plan de Contingencia para la Provincia de Ilo, en el que se describen una serie de medidas de prevención para la protección de la salud de la población durante episodios de contaminación aguda causadas por el dióxido de azufre, medidas que se aplican según se alcancen o superen determinados intervalos de concentración de SO₂ en el aire. Se establecieron 3 fases:

Cuadro 27: Plan de Contingencia de Ilo

Fase	Intervalo de Concentración	Tiempo de exposición	Advertencias Preventivas
Atención	500 a 1500 µg/m ³	3 horas	Limitar actividades en exteriores de la población vulnerable
Alerta	1501 a 2500 µg/m ³	2 horas	Adicionalmente a la anterior, se cerrarán puertas y ventanas
Emergencia	= > a 2501 µg/m ³	90 minutos	Evitar toda actividad de la población general en exteriores y cierre de puertas y ventanas

Como complemento indispensable para la aplicación de esta serie de advertencias se diseñó e implementó una red de monitoreo dentro de la cuenca atmosférica de Ilo con 5 estaciones de monitoreo de SO₂, de las cuales se encuentran operando únicamente tres, ubicadas en el Centro de Salud de Miramar, la Municipalidad de Pacocha (Ciudad Nueva) y el Centro de Salud de Alto Ilo. Las otras dos estaciones se encuentran fuera de servicio debido a problemas técnicos en los sistemas de almacenamiento de datos y problemas con el suministro eléctrico debido al robo de cables (estación de El Algarrobal).

El Plan de Contingencia de la MPI contemplaba su aplicación a toda la población y se inició aplicándose en las Instituciones Educativas (IIEE) de la provincia desde el año 2002. La MPI como entidad responsable de la red de monitoreo de SO₂ y ejecutora del Plan, es la encargada de activarlo a través de la comunicación telefónica con las IIEE, las cuales izan banderolas con colores representativos a cada fase de aplicación y adicionalmente, alarmas sonoras para el caso de la fase de emergencia, entre otras acciones. En el año 2004 la MPI llevó a cabo un programa de educación ambiental que incluyó la difusión del Plan de Contingencia a las IIEE de la Provincia.

En el presupuesto participativo del 2005 se ha previsto llevar a cabo el proyecto "Mejoramiento del Sistema de Alerta y Recuperación del Sistema Atmosférico de Ilo", se implementarán las estaciones de monitoreo con nuevos equipos de cómputo, repuestos para los analizadores de SO₂ y adquisición de gases patrón para calibración, así mismo, se instalará un sistema de telemetría en tres estaciones. Este proyecto también contempla la difusión del Plan de Contingencia Atmosférico

En el cuadro siguiente se muestra la información relativa a la aplicación del Plan de Contingencia Atmosférico, en las instituciones educativas durante el año 2005.

Cuadro 28: Días que se aplicó el Plan de Contingencia en el año 2005

Mes	Día	APLICACION DEL PLAN DE CONTINGENCIA 2005 POR LA M.P.I.						
		N° de Colegios				Fases de Atención		
		Llamados	No Contesta	*No Telefono	Ubicación	Atención	Peligro	Emergencia
Marzo	20	21	7	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo		x	
	28	15	9	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo			x
Abril	19	12	9	8	C.Nueva.-Miramar	x		
	20	18	10	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo	x		
	24	16	5	8	C.Nueva.-Miramar	x		
Mayo	1	15	6	8	C.Nueva.-Miramar	x		
	2	20	1	8	C.Nueva.-Miramar	x		
	22	18	3	8	C.Nueva.-Miramar	x		
Junio	12	21	7	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo		x	
	17	20	1	8	C.Nueva.-Miramar	x		
	24	21	0	8	C.Nueva.-Miramar	x		
	30	16	5	8	C.Nueva.-Miramar	x		
Julio	9	18	3	8	C.Nueva.-Miramar	x		
Agosto	4	24	4	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo	x		
	15	24	4	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo			x
Setiembre	20	21	7	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo			x
	23	20	8	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo	x		
Octubre	11	24	4	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo	x		
Noviembre	3	22	6	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo	x		
	4	20	8	10	C.Nueva.-Mir-Alto Ilo	x		

*N° Telefono: Colegios que no tienen teléfono y/o cuentan con celular.

En el año 2003 se aprobó el decreto supremo 009-2003-SA, "Reglamento de los Estados de Alerta", modificado en el año 2005 según decreto supremo 012-2005-SA "Modifican reglamento de los niveles de estados de alerta nacionales para contaminantes del aire", en el que se establecen nuevos tipos de estados de alerta, por lo que una de las medidas del Plan de acción deberá contemplar la actualización del Plan de Contingencia ejecutado por la Municipalidad de Ilo a fin de cumplir con la normativa nacional.

6. CONCLUSIONES

La cuenca atmosférica de Ilo, por su ubicación geográfica, presenta vientos predominantes con dirección de sur a norte a lo largo del año, debido a la presencia persistente del anticiclón del pacífico sur; sin embargo, durante la primera mitad del año eventualmente disminuye la velocidad del viento y ocurren cambios en la dirección de los mismos, presentándose estos eventos en menor frecuencia en la segunda mitad del año.

INVENTARIO DE EMISIONES

Dióxido de Azufre (SO₂)

El mayor contaminante emitido por las fuentes fijas es el SO₂, siendo la principal fuente de emisión la Fundición de Ilo de SPCC (Incluye planta de ácido y planta de cal), ubicada a 16 km. al norte de la ciudad, con un 98,38% del total de las emisiones de este contaminante, seguido por la C.T. Ilo21 y C.T. Ilo1 (EnerSur), ubicadas a 20 km. al sur y 16 km. al norte de Ilo respectivamente, estas dos últimas en conjunto emiten el 1,36% del total de SO₂.

Referente a las fuentes móviles, el principal emisor es el parque automotor con un 81,83%, seguido por las locomotoras del ferrocarril industrial de SPCC con 9,57%.

Material Particulado (PM₁₀):

El inventario realizado para PM₁₀ no incluye el total de las fuentes de emisión de material particulado (pesqueras y fuentes naturales), por lo que las conclusiones no se presentan en forma porcentual.

De las fuentes fijas inventariadas, la Fundición de Ilo de SPCC (Incluye planta de ácido y planta de cal), emite un promedio de 1149,6 t/año, seguida por la C.T. Ilo1 y C.T. Ilo21 (EnerSur), estas dos últimas en conjunto emiten 90 t/año de PM₁₀.

Monóxido de Carbono (CO):

La C.T. Ilo 21 y la C.T. Ilo1 (EnerSur), emiten el 67,02% del total de las emisiones de fuentes fijas de este contaminante, seguida por las panaderías (fuente de área) con un 19,19%.

El mayor contaminante emitido por las fuentes móviles es el CO, siendo el principal emisor es el parque automotor con un 85,76%, seguido por las embarcaciones marítimas con 13,37%.

Plomo (Pb):

La única fuente identificada de emisión de Pb es el parque automotor, por el empleo de gasolina, con una emisión de 2,7 t/año, sin embargo, desde el año 2005 se retiró el plomo de las gasolinas en el Perú.

Sulfuro de Hidrógeno (H₂S):

De acuerdo con los resultados encontrados, tomando como año base el 2002, las fuentes fijas tienen como principal emisor de H₂S al sector pesquero industrial, siendo la principal fuente de emisión la pesquera Rubí con el 43,04%, seguida por Austral con el 13,51%, Arpes con el 13,06%, Pesquera Ilo y Marinos con el 9,91% y Hayduk con el 8,56%.

El *Reglamento* no establece estándares de calidad ambiental del aire (ECAs) para los contaminantes citados a continuación, por lo que sólo fueron considerados con fines referenciales:

Los óxidos de nitrógeno (NOx) son el mayor contaminante no normado emitido, seguido por los compuestos orgánicos volátiles (COV) y finalmente las partículas totales en suspensión (PTS).

Dentro de las fuentes Fijas:

El principal emisor de NO_x es el sector electricidad, cuya principal fuente de emisión es la C.T. Ilo21 (EnerSur), con un 57,69%; seguido por el sector pesquero industrial, cuya principal fuente de emisión es la Pesquera Rubí, con un 5,63% y finalmente el consumo de kerosene domiciliario (fuentes de área) con un 0,15%.

La principal fuente de emisión de COV es el sector hidrocarburos, cuya principal fuente emisora es GMT Terminales con un 79,12%, seguido por las panaderías (fuentes de área) con un 13,00%.

La principal fuente de emisión de PTS, es el sector pesquero, cuya principal fuente emisora es la pesquera Rubí, con un 51,22%, seguida por Armadores pesqueros con el 14,85%.

Dentro de las fuentes móviles:

La principal fuente de emisión de NO_x son las embarcaciones marítimas con el 70,45%; seguidas por el parque automotor con el 22,28% de las emisiones.

Para el caso de los COV y PTS la principal fuente de emisión es el parque automotor con el 99,77% y 97,44% respectivamente, seguido por las embarcaciones marítimas con el 0,23% y 2,56% respectivamente.

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE:

Los resultados de los monitoreos han permitido identificar 4 áreas geográficas, dentro de las cuales las concentraciones de los contaminantes, cuando ocurren episodios de contaminación, se manifiestan con diferente temporalidad, intensidad y frecuencia, siendo estas El Algarrobal; Ciudad Jardín y Ciudad Nueva; Cercado del Puerto de Ilo y Pampa Inalámbrica.

De acuerdo con el D.S. 074 – 2001, para el dióxido de azufre no se debe de exceder el estándar de 24-horas más de una vez al año, para el caso de Ilo esto no se viene cumpliendo por lo que el SO₂ constituye un contaminante crítico. Sin embargo; se evidencia una reducción anual en el número de veces que el estándar fue excedido (el Reglamento establece que no se debe exceder más de una vez al año).

Los promedios anuales obtenidos en las estaciones de Miramar y Ross Siding se encuentran a lo largo del periodo de monitoreo entre el ECA y el Valor de Tránsito. Los promedios anuales en las estaciones de Alto Ilo y Pampa Inalámbrica (MPI y EnerSur) se encuentran en todos los casos por debajo del ECA. Para el 1999 y 2000, la Estación de Ciudad Jardín muestra una concentración promedio anual sobre el Valor de Tránsito; desde el 2001, en que la estación fue trasladada a Pueblo Nuevo, los resultados se encuentran sobre el ECA, pero por debajo del Valor de Tránsito.

Los resultados obtenidos en el Algarrobal durante los años 1999 y 2000, se encuentran sobre el Valor de Tránsito; entre el 2001 y el 2003 no se han considerado los promedios anuales por insuficiencia en la captura de datos (< 75%).

Dentro del alcance del muestreo de la estación Ross Siding, se muestra que no se han superado los estándares de calidad ambiental del aire (ECA's).

Debido a la falta de información, el inventario de emisiones realizado para las empresas pesqueras, respecto a este contaminante, sólo contempló las emisiones generadas por los equipos auxiliares de las mismas (motores, grupos electrógenos), más no las emisiones generadas en los procesos productivos.

EL ESTUDIO DE PREVALENCIA:

Realizado por el Ministerio de Salud (MINSa), se limitó a establecer la relación entre la prevalencia de las enfermedades respiratorias estudiadas y los diferentes contaminantes del aire medidos en Ilo, debido a que los datos existentes del monitoreo de la calidad del

aire realizado por DIGESA correspondieron a mediciones puntuales de 8 días en época de verano e invierno, en fechas distintas al estudio.

Si bien las enfermedades respiratorias como asma, rinitis alérgica, faringitis e infección respiratoria están asociadas con el nivel de contaminación del aire descritos por otros estudios de investigación en el mundo, el estudio de prevalencias del MINSA, no concluye con la asociación de las enfermedades respiratorias a los contaminantes del aire por insuficiente información.

7. RECOMENDACIONES

Debido a que Ilo es una zona desértica con presencia de vientos que provocan turbulencia, erosión eólica y arrastre de material particulado en y hacia las zonas pobladas de Ilo (Pampa Inalámbrica, Pampa de Palo, Ciudad jardín, Puerto, etc.), es importante considerar, en futuros trabajos, las fuentes naturales de emisión de material particulado con el fin de determinar el origen, el tipo y los mecanismos que intervienen en su transporte y dispersión. Adicionalmente se debe considerar la presencia de aerosoles que debido a la brisa marina son arrastrados hacia el Puerto de Ilo.

Realizar el monitoreo automático y en forma continua del material particulado con diámetro menor o igual a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} , $PM_{2.5}$) con el objeto de establecer su correlación con el PM_{10} .

Realizar estudios semestrales de especiación del PM_{10} para determinar su composición química, enfocando el estudio en partículas de carbono, nitratos, sulfatos y metales pesados, considerando las variaciones estacionales y al menos cada dos años realizar una evaluación de las redes de monitoreo.

Establecer el ECA del aire promedio diario para sulfuro de hidrógeno, el cual debió fijarse a finales del año 2002. Asimismo se recomienda que el sector correspondiente realice el monitoreo del H_2S .

DIGESA debe adecuar los procedimientos y protocolos de monitoreo a los contaminantes normados y a las metodologías indicadas en el Reglamento.

Establecer un programa de monitoreo para los siguientes contaminantes: monóxido de carbono (CO), ozono (O_3), dióxido de nitrógeno (NO_2), material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), plomo (Pb), dado que ninguna entidad pública o privada ha realizado el monitoreo de éstos.

Exhortar a las autoridades sectoriales correspondientes, la realización de fiscalizaciones a fin de que se verifique el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes en los diferentes sectores.

Regular el ordenamiento del parque automotor, orientado a actualizar el registro vehicular, público y privado así como reducir las emisiones de dióxido de azufre, plomo y monóxido de carbono, así como propiciar el ordenamiento urbano priorizando áreas verdes y rescatando los cordones ecológicos.

Se sugiere que los inventarios de emisiones sean actualizados con una frecuencia de 4 años y/o cuando se presente algún cambio significativo en las fuentes de emisión.

Dado que el proyecto de modernización de la Fundación de Ilo de SPCC debe concluir el 31 de enero del 2007, se recomienda realizar la actualización del inventario de emisiones de fuentes fijas de la Cuenca Atmosférica de Ilo un año después, es decir a partir del 1 de febrero del 2008.

La cuenca atmosférica de la provincia de Ilo, tiene dentro de su área de influencia 6 empresas pesqueras industriales, que generan emisiones gaseosas y de material particulado, por lo que es necesario, en una futura actualización de los inventarios de emisiones, cuantificarlas con la finalidad de establecer una posible implicancia en la calidad del aire.

Realizar un estudio epidemiológico que pueda determinar la relación que existe entre los contaminantes del aire y sus implicancias en la salud humana.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] *Información General de Ilo, GESTA Zonal del Aire de Ilo*
- [2] *Delimitación de la Cuenca Atmosférica de Ilo, SENAMHI, Noviembre 2002*
- [3] *Inventario de Emisiones de Fuentes Móviles, GESTA Zonal del Aire de Ilo, Octubre del 2004*
- [4] *Inventario de Emisiones de Fuentes Fijas GESTA Zonal del Aire de Ilo, Setiembre del 2004*
- [5] *Monitoreo de la Calidad del Aire, GESTA Zonal del Aire de Ilo, Diciembre 2004*
- [6] *D.S. 074 – 2001 - PCM*
- [7] *D.S. 009 – 2003 – SA*
- [8] *Prevalencias de las enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 – 14 años y factores asociados a la calidad del aire. Ilo – Moquegua Perú 2002 - 2003.*

ANEXOS

ANEXO 1: Pluma de SO₂ (Fundición de Ilo)

Aquí se observa la dirección en la que la pluma se dispersa siguiendo la dirección predominante del viento, así mismo se puede apreciar la gran distancia que recorre; sin embargo, después de haber recorrido algunos kilómetros, esta es influenciada por vientos locales que la dispersan hacia el oeste.



En la fotografía tomada desde el transbordador espacial, se observa la formación nubosa que predomina sobre el océano Pacífico. Asimismo, se aprecia el fenómeno de dispersión de la pluma hacia el noroeste.



Se observa la gran cobertura nubosa y el fenómeno de cambio de la dirección del viento hacia el Sur (zonas pobladas). Nótese que las dimensiones de la pluma (zona costera) se han reducido notablemente, debido al Programa de Cortes de producción que SPCC ejecuta durante estos eventos.

ANEXO 2: Estudio de prevalencia de enfermedades respiratorias: Información obtenida, procesada y tabulada

Los siguientes cuadros fueron tomados del documento "Prevalencia de enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 a 14 años y factores asociados a la calidad del aire, Provincia Ilo, Moquegua, Perú 2002-2003", preparado por MINSA y obtenidos mediante el empleo de encuestas tipo cuestionario, dirigidas a niños y padres de familia.

Tabla 5. Características de los escolares participantes según estratos de exposición

Características	Exposición a fuentes de contaminantes del aire						Total		p ²
	Estrato I		Estrato II		Estrato III		n	% ¹	
	n	% ¹	n	% ¹	n	% ¹			
Sexo									
Masculino	207	50,36	180	52,02	104	51,49	491	51,00	0,898
Femenino	204	49,64	166	47,98	98	48,51	468	49,00	
Grupos de edad									
3 - 9 años	194	47,20	106	30,64	129	63,86	429	45,00	0,000
10 - 14 años	217	52,80	240	69,36	73	36,14	530	55,00	
Tipo de colegio									
Estatal	201	48,91	346	100,00	169	83,66	716	75,00	0,000
Privado	210	51,09	0	0,00	33	16,34	243	25,00	
Grado de instrucción									
Inicial	37	9,00	22	6,36	72	35,64	131	14,00	0,000
Primaria	345	83,94	200	57,80	117	57,92	662	69,00	
Secundaria	29	7,06	124	35,84	13	6,44	166	17,00	
Turno									
Mañana	377	91,73	267	77,17	125	61,88	769	80,00	0,000
Tarde	34	8,27	79	22,83	77	38,12	190	20,00	
Lugar de nacimiento (área)									
Urbana	390	94,89	331	95,66	179	88,61	900	94,00	0,002
Rural	21	5,11	15	4,34	23	11,39	59	6,00	
Lactancia materna: antecedente									
Exclusiva	377	91,73	331	95,66	200	99,00	908	94,70	0,000
No exclusiva	34	8,27	15	4,34	2	1,00	51	5,30	
Tiempo de lactancia materna									
Menor de 6 meses	71	17,27	48	13,87	13	6,44	132	13,80	0,001
Mayor de 6 meses	340	82,73	298	86,13	189	93,56	827	86,24	
Ubicación geográfica de la vivienda									
Estrato I	168	40,88	141	40,75	118	58,42	427	45,00	0,000
Estrato II	189	45,99	165	47,69	82	40,59	436	45,00	
Estrato III	54	13,14	40	11,56	2	0,99	96	10,00	
	Promedio	S	Promedio	S	Promedio	S	Promedio	S	p³
Tiempo de Residencia (años)	8,5 ^a	2,30	10,18 ^b	3,05	7,37 ^a	3,03	8,89	2,94	0,000
Tiempo de permanencia del escolar									
En la casa (horas)	16,42	3,42	15,66	3,45	17,52	2,36	16,38	3,30	-
En el colegio (horas)	5,92 ^a	1,05	6,14 ^b	1,03	5,48 ^a	0,71	5,90	1,01	0,000

¹ Porcentajes calculados con respecto a datos validos (No incluye No respondió y No corresponde)

² Nivel de significación para comparación de proporciones en cada estrato a través de la prueba Chi - Cuadrado de Pearson.

³ Nivel de significación de la comparación del tiempo promedio por estratos a través de análisis de varianza paramétrico. Las comparación a posteriori se hizo a través del test de Bonferroni.

^{a, b} Letra diferente indica el estrato que mostro diferencias estadísticamente significativas respecto a los otros estratos.

Tabla 7: Prevalencia de enfermedades respiratorias en escolares de 3 a 14 años

Enfermedades respiratorias	Exposición a fuentes de contaminantes del aire								
	Estrato I			Estrato II			Estrato III		
	n	Prevalencia ¹ (%)	IC(95%)	n	Prevalencia ¹ (%)	IC(95%)	n	Prevalencia ¹ (%)	IC(95%)
Faringitis	62	15,09	5,73-24,43	74	21,39	12,07-30,71	59	29,21	9,66-48,75
Rinitis alérgica	58	14,11	7,13-21,09	51	14,74	4,45-25,03	43	21,29	4,40-38,18
Asma acumulado	44	10,71	5,61-15,80	37	10,69	8,45-12,94	12	5,94	0,00-13,11
Asma (Diagnosticado por médico)	38	9,25	3,99-14,51	27	7,80	5,97-9,64	11	5,45	0,00-12,42
Asma actual	26	6,33	2,40-10,25	15	4,34	3,11-5,56	9	4,46	0,00-10,84
Otras enfermedades respiratorias ^{1a}	114	27,74	19,36-36,11	54	15,07	5,65-25,56	35	17,33	10,01-24,65

¹ Estimaciones ajustadas por diseño muestral. La desviación estándar se estimó por el método linealizado de Taylor de primer orden

^{1a} Otro hallazgo: Enfermedades respiratorias (bronquitis, resfriado común)

Tabla 8- B. Síntomas sugestivos de asma en escolares de 3-14 años, según estratos de exposición

Síntomas de severidad	Exposición a fuentes de contaminantes del aire						Total	p ²	
	Estrato I		Estrato II		Estrato III				
	n	% ¹	n	% ¹	n	% ¹			
Tiempo que presenta sibilancia									
< de 1 año	30	43,50	23	39,70	12	46,20	65	42,50	0,835
> de 1 año	39	56,50	35	60,30	14	53,80	88	57,50	
Tos nocturna/madrugada	38	62,30	41	63,08	6	42,86	85	60,71	0,477
Tos o falta de aire durante/después de ejercicios									
Siempre	3	4,90	9	13,80	1	7,10	13	9,00	0,699
A veces	31	50,80	26	40,00	6	42,90	63	45,00	
Dificultad para hablar por sibilancia (último año)									
Si	7	10,10	6	10,30	0	0,00	13	8,50	0,221
No	58	84,10	47	81,00	26	100,00	131	85,60	
No sabe	4	5,80	5	8,70	0	0,00	9	5,90	
Despierta por sibilancia									
Una noche/semana	47	68,10	45	77,60	13	50,00	105	68,60	0,000
> de una noche/semana	16	23,20	10	17,20	2	7,70	28	18,30	
Sibilancia durante y después de hacer ejercicios									
Siempre	4	5,80	5	8,60	2	7,70	11	7,20	0,006
A veces	28	40,60	12	20,70	16	61,50	56	36,60	
Inasistencia escolar :									
Falto a la escuela 3 o más veces por sibilancia	36	8,80	26	7,50	15	7,40	77	8,00	0,473
No faltó a la escuela	365	88,80	314	90,80	186	92,10	865	90,20	
Atención de emergencia recibida por sibilancia:									
Si recibió atención de emergencia	18	26,10	14	24,10	3	11,50	35	22,90	0,379
Usos de medicamentos para asma									
Broncodilatador	11	35,50	11	39,30	5	55,60	27	39,70	0,644
Antibióticos	18	58,10	14	50,00	4	44,40	36	52,90	
Corticoides	1	3,20	3	10,70	0	0,00	4	6,00	

¹ Porcentajes calculados con respecto a datos válidos (No incluye No respondió y No corresponde)

² Nivel de significación para comparación de proporciones en cada estrato a través de la prueba Chi - Cuadrado de Pearson. En la variable "Uso de medicamentos para asma" se hizo la prueba de independencia a través de la prueba Chi-cuadrado de Pearson

Tabla 9- A. Factores de antecedentes personales e intradomiciliarios

Factores de exposición intradomiciliaria	Exposición a fuentes de contaminantes del aire								p ²
	Estrato I		Estrato II		Estrato III		Total		
	n	% ¹	n	% ¹	n	% ¹	n	% ¹	
Historia familiar de alergia									
Con antecedentes	80	19,46	58	16,76	26	12,87	164	17,10	0,123
Sin antecedentes	331	80,54	288	83,24	176	87,13	795	82,90	
Hacinamiento (personas por habitación)									
Más de 3 personas	14	3,50	21	6,20	22	11,00	57	6,00	0,001
Fuman+A27 dentro de la vivienda									
Familiares que fuman en presencia del niño	66	16,10	74	21,40	8	4,00	148	15,40	0,000
Fumar durante el embarazo									
Si	4	1,00	15	4,30	3	1,50	22	2,30	0,027
Crianza de animales en la vivienda									
Perros	190	46,23	197	56,94	81	40,10	468	48,80	0,015
Gatos	36	8,76	22	6,36	17	8,42	75	7,82	0,720
Aves	42	10,22	38	10,98	46	22,77	126	13,14	0,000
Otros	7	1,70	7	2,02	1	0,50	15	1,56	0,442
No crían	136	33,09	82	23,70	57	28,22	275	28,68	
Ubicación de los animales									
Dormitorio	2	0,73	6	2,27	1	0,69	9	1,30	(**)
Patio	219	79,64	195	73,86	122	84,14	536	78,40	
Cocina	9	3,27	8	3,03	2	1,38	19	2,80	(**)
Otros (techo)	45	16,36	55	20,83	20	13,79	120	17,50	
Ubicación de la cocina									
No es independiente	52	12,65	50	14,45	27	13,37	129	13,45	0,770
Si es independiente	359	87,35	296	85,55	175	86,63	830	86,55	
Tipo de combustible que usan para cocinar									
Gas	320	77,86	196	56,65	120	59,41	636	66,32	0,000
Kerosene	88	21,41	142	41,04	81	40,10	311	32,43	
Otros (leña, carbon, estiércol, aserrín)	3	0,73	8	2,31	1	0,50	12	1,25	

¹ Porcentajes calculados con respecto a datos válidos (No incluye, No respondió y No corresponde)

² Nivel de significación para comparación de proporciones en cada estrato a través de la prueba Chi - Cuadrado de Pearson. En las variables con 3 categorías o más se hizo la prueba de independencia a través de la prueba Chi-cuadrado de Pearson

(**) No calculado debido a muchas celdas con valores vacíos o frecuencia baja (< 5).

Tabla 9- B. Factores intradomiciliarios según estratos de exposición.

Factores de exposición intradomiciliaria	Exposición a fuentes de contaminantes del aire								p ²
	Estrato I		Estrato II		Estrato III		Total		
	n	% ¹	n	% ¹	n	% ¹	n	% ¹	
Materiales de la pared / vivienda									
Ladrillo	363	88,32	235	67,92	190	94,06	788	82,69	0,000
Adobe	12	2,92	1	0,29	0	0,00	13	1,36	
Otros (esteras, madera)	36	8,76	110	31,79	6	2,97	152	15,95	
Materiales del techo/vivienda									
Ladrillo/cemento	349	84,91	281	81,21	170	84,16	800	83,42	0,164
Calamina	38	9,25	45	13,01	24	11,88	107	11,16	
Otros (Madera,esteras y eternit)	24	5,84	20	5,78	8	3,96	52	5,42	
Materiales de piso / vivienda									
Cemento	260	63,26	233	67,34	176	87,13	669	69,76	0,007
Tierra/arena	20	4,87	33	9,54	13	6,44	66	6,88	0,050
Loseta/similares	100	24,33	55	15,90	6	2,97	161	16,79	0,018
Madera/parquet	31	7,54	25	7,23	7	3,47	63	6,57	
Iluminación dentro la vivienda									
Luz eléctrica	393	95,62	326	94,22	198	98,02	917	95,62	
Lampara/kerosene	0	0,00	2	0,58	0	0,00	2	0,21	(**)
Vela	3	0,73	3	0,87	1	0,50	7	0,73	(**)
Otros	15	3,65	15	4,34	3	1,49	33	3,44	(**)
Uso de productos de limpieza en vivienda									
Lejía	344	27,65	306	31,61	189	35,46	839	30,56	0,020
Detergente	354	28,46	309	31,92	186	34,90	849	30,93	0,088
Cera	232	18,65	157	16,22	80	15,01	469	17,09	0,000
Pinesol	154	12,38	70	7,23	30	5,63	254	9,25	0,000
Insecticidas/ambientadores	75	6,03	53	5,48	23	4,32	151	5,50	0,083
Creso	52	4,18	46	4,75	20	3,75	118	4,30	0,486
Sólidos	11	0,88	10	1,03	4	0,75	25	0,91	0,807
Aerosoles	22	1,77	17	1,76	1	0,19	40	1,46	0,013
Instrumento de limpieza en la vivienda									
Escoba	372	90,51	330	95,38	198	98,02	900	93,85	(**)
Trapo húmedo	32	7,79	14	4,05	4	1,98	50	5,21	
Aspiradora	7	1,70	2	0,58	0	0,00	9	0,94	(**)
Queman basura cerca de su vivienda									
Dentro de la vivienda	14	3,44	25	7,40	8	4,17	47	5,02	0,243
En la Calle	27	6,63	42	12,43	31	16,15	100	10,67	0,000
Casa contigua	8	1,97	4	1,18	1	0,52	13	1,39	
En la cuadra	7	1,72	6	1,78	3	1,56	16	1,71	
No queman	351	86,24	261	77,22	149	77,60	761	81,22	
Actividad comercial en la vivienda									
Al menos una actividad comercial/vivienda	22	38,60	23	40,35	12	21,00	57	6,00	0,755

¹ Porcentajes calculados con respecto a datos válidos (No incluye No respondió y No corresponde)

² Nivel de significación para comparación de proporciones en cada estrato a través de la prueba Chi - Cuadrado de Pearson. En las variables con 3 categorías o más se hizo la prueba de independencia a través de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson

(**) No calculado debido a muchas celdas con valores vacíos o frecuencia baja (< 5).

Tabla 10. Factores extradomiciliarios según estratos de exposición

Factores de exposición extradomiciliaria	Exposición a fuentes de contaminantes del aire								p ²
	Estrato I		Estrato II		Estrato III		Total		
	n	% ¹	n	% ¹	n	% ¹	n	% ¹	
Medio que emplea para ir al centro educativo									
A pie	121	29,44	173	50,00	132	65,35	426	44,40	0,000
Microbús	170	41,36	117	33,82	40	19,80	327	34,10	0,010
Carro particular	94	22,87	33	9,54	8	3,96	135	14,10	
Omnibus	22	5,35	21	6,07	6	2,97	49	5,10	0,039
Otros (mototaxi, moto, bicicleta)	4	0,97	2	0,58	16	7,92	22	2,30	0,000
Lugar donde práctica deporte el escolar									
Escuela	290	70,60	288	83,20	139	68,80	717	74,80	0,000
Calle	70	17,00	40	11,60	41	20,30	151	15,70	0,686
Otros (Club, piscina)	10	2,40	5	1,40	1	0,50	16	1,70	
no práctica	41	10,00	13	3,8	21	10,40	75	7,80	
Práctica de deporte (frecuencia)									
Diario	85	23,00	79	23,70	40	22,10	204	23,10	0,017
Dos veces por semana	185	50,00	196	58,90	88	48,60	469	53,10	0,549
Ocasionalmente	98	26,50	58	17,40	53	29,30	209	23,60	
Nunca	2	0,50	0	0,00	0	0,00	2	0,20	(**)
Frecuencia con que abren las ventanas exteriores									
Diario	217	55,40	227	67,80	75	37,90	519	56,10	0,001
Interdiario	95	24,20	66	19,60	49	24,70	210	22,70	0,029
Semanal	56	14,30	25	7,50	51	25,80	132	14,30	0,884
Nunca	24	6,10	17	5,10	23	11,60	64	6,90	
Apertura más de 3 ventanas exteriores									
Si (diario e interdiario)	205	94,5	192	94,60	54	80,60	451	92,60	0,000
No	12	5,5	11	5,40	13	19,40	36	7,40	
Tiempo Promedio en minutos									
	Promedio	S	Promedio	S	promedio	S	Promedio	S	p ³
Tiempo de espera transporte (minutos)									
Asistencia al centro educativo	6,36	3,45	8,85	5,08	7,31	4,08	7,35	4,31	
Tiempo de traslado (en minutos)									
Traslado al centro educativo	12,44 ^a	8,03	12,92 ^a	9,20	11,77 ^b	6,24	12,47	8,15	0,000

¹ Porcentajes calculados con respecto a datos válidos (No incluye No respondió y No corresponde)

² Nivel de significación de la prueba de independencia a través de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson

³ nivel de significación de la comparación del tiempo promedio por estratos a través de análisis de varianza paramétrico. La comparación a posteriori se hizo a través del test de Bonferroni.

^{a,b} Letra diferente indica el estrato que mostró diferencias estadísticamente significativas respecto a los otros estratos.

(**) No calculado debido a muchas celdas con valores vacíos o frecuencia baja (< 5).

**Tabla 13: Regresión logística, para asma, rinitis y faringitis en escolares de 3 a 14 años,
Provincia de Ilo, Moquegua, Noviembre 2002 - Enero, 2003.**

Variables	Asma diagnosticado por médico			Rinitis alérgica			Faringitis		
	OR	IC 95%	Error estándar	OR	IC 95%	Error estándar	OR	IC 95%	Error estándar
Historia familiar de alergia	1,46	0,69 - 3,11	0,53	1,41	0,84 - 2,39	0,36	1,68	1,03 - 2,75	0,40
Tiempo de lactancia < 6 meses	-	- - -	-	1,64	1,01 - 2,65	0,38	2,00	1,02 - 3,94	0,65
Fumó durante el embarazo	3,10	0,60 - 15,97	2,46	2,70	1,21 - 6,05	1,06	-	- - -	-
Material de estera/madera en techo	2,97	1,22 - 7,24	1,28	1,30	0,50 - 3,35	0,60	1,00	0,47 - 2,14	0,37
Piso de tierra	0,84	0,22 - 3,30	0,56	1,54	0,62 - 3,82	0,68	2,32	1,08 - 4,98	0,86
Abrir más de 3 ventanas exteriores (diaria/interdiaria)	2,05	1,16 - 3,63	0,56	1,58	0,93 - 2,70	0,41	1,00	0,62 - 1,62	0,23
Actividad comercial en la vivienda	1,17	0,45 - 3,02	0,54	1,57	1,10 - 2,24	0,27	1,07	0,58 - 1,99	0,32
Estrato del c. educativo I	1,45	0,24 - 8,71	1,26	0,34	0,10 - 1,18	0,20	0,33	0,09 - 1,15	0,20
Estrato del c. educativo II	1,04	0,18 - 5,86	0,87	0,36	0,11 - 1,20	0,21	0,50	0,16 - 1,59	0,28
Edad 3 - 9 años	0,86	0,50 - 1,46	0,22	0,74	0,47 - 1,17	0,16	0,65	0,36 - 1,16	0,18
Sexo (masculino)	1,42	0,47 - 1,05	0,27	1,31	0,96 - 1,80	0,20	1,21	0,71 - 2,06	0,31
Estrato de la vivienda I	0,67	0,34 - 1,31	0,22	1,10	0,49 - 2,46	0,43	1,07	0,63 - 1,81	0,27
Estrato de la vivienda II	0,77	0,30 - 1,95	0,35	0,96	0,42 - 2,18	0,38	0,69	0,33 - 1,43	0,24
Animales dentro de la vivienda	1,38	0,66 - 2,92	0,50	0,82	0,51 - 1,32	0,19	1,21	0,75 - 1,96	0,28
Medio de traslado al c.e. a pie	1,10	0,70 - 1,70	0,23	0,59	0,35 - 1,00	0,15	0,65	0,40 - 1,05	0,15
Fuma alguien en casa	1,02	0,53 - 1,96	0,32	1,52	0,92 - 2,52	0,37	0,85	0,40 - 1,79	0,31
Uso de kerosene/leña para cocinar	3,72	0,41 - 33,57	3,96	1,72	0,51 - 5,85	1,02	-	- - -	-
Lactancia no exclusiva	0,80	0,26 - 2,42	0,43	0,65	0,24 - 1,75	0,31	1,86	0,59 - 5,94	1,05
Hacinamiento	0,47	0,05 - 4,43	0,51	0,95	0,28 - 3,17	0,55	0,90	0,35 - 2,32	0,41
Cocina dependiente	0,22	0,02 - 2,27	0,25	0,41	0,16 - 1,07	0,19	-	- - -	-
Uso de escoba para limpieza de vivienda (material particulado)	1,42	0,50 - 4,02	0,71	1,02	0,38 - 2,75	0,49	-	- - -	-
Material de la pared en la vivienda (uso de esteras/adobe,madera)	0,50	0,09 - 2,63	0,40	-	- - -	-	-	- - -	-
Queman basura cerca de la vivienda	0,50	0,18 - 1,35	0,24	0,80	0,27 - 2,31	0,41	1,19	0,69 - 2,05	0,31
Uso vela/lámpara para iluminación de la vivienda	-	- -	-	1,56	0,67 - 3,63	0,64	0,61	0,20 - 1,81	0,32

¹ OR ajustados mediante u modelo de regresión logística para muestras complejas Hosmer- Lemeshow