

Plan “A Limpiar el Aire” de la cuenca atmosférica de Chiclayo

Elaborado para:

Elaborado por: GESTA zonal de Chiclayo

Chiclayo, 30.03.2006

Índice

1	Información general sobre la zona de atención.....	1
1.1	Cuenca atmosférica de Chiclayo.....	1
1.2	Geografía y Clima	2
1.3	Transporte.....	4
1.4	Industria	5
1.5	Ocupación principal	6
1.6	Población y desarrollo urbano	7
2	Identificación del problema	10
2.1	Descripción de fuentes de contaminación del aire en la cuenca atmosférica de Chiclayo.....	10
2.1.1	Descripción e Interpretación de fuentes fijas.....	10
2.1.1.1	Inventario de Emisión de Fuentes Fijas – Fuentes Puntuales.....	12
2.1.1.2	Inventario de Emisión de Fuentes Fijas – Fuentes de Área	13
2.1.1.3	Análisis de resultados del Inventario de Fuentes Fijas Puntuales y de Área.....	15
2.1.2	Descripción e Interpretación de fuentes móviles.....	17
2.1.2.1	Análisis y Resultados del Inventario de Emisión de Fuentes Móviles	17
2.1.3	Comparación de Inventarios Fuente Fijas y Fuente Móviles	20
2.2	Resultados e Interpretación del Estado de la calidad de aire	24
2.2.1	Resultados de los Monitoreos de la Calidad de aire	24
2.2.1.1	Primer Monitoreo de Calidad de Aire	24
2.2.1.2	Segundo Monitoreo de Calidad de Aire	30

2.2.2	Conclusiones de los monitoreos de la calidad de aire.....	33
2.3	Impacto social y en la salud	36
2.3.1	Descripción de los principales impactos de la contaminación del aire en la salud.....	36
2.3.2	Interpretación de los resultados	38
2.4	Problemática de la contaminación de aire en la cuenca atmosférica de Chiclayo	42
3	Objetivos generales y específicos	45
3.1	Objetivo general	45
3.2	Objetivos específicos.....	45
4	Medidas para establecer y/o fortalecer el programa de vigilancia de la calidad del aire	47
4.1	Inventario de emisiones.....	47
4.2	Red de Monitoreo	48
4.3	Programa para la estimación de impacto social y en la salud	50
4.4	Modelos.....	51
4.5	Sistemas de información	52
5	Medidas para mejorar la calidad del aire y prevenir su deterioro.....	54
5.1	Medidas políticas y administrativas.....	54
5.2	Medidas técnicas y/o preventivas	55
5.3	Medidas Sociales.....	59

Relación de tablas:

- Tabla N° 1:** *Características del viento*
- Tabla N° 2:** *Caracterización del Parque Automotor*
- Tabla N° 3:** *Caracterización de las fuentes fijas*
- Tabla N° 4:** *Ocupación de la población de Chiclayo*
- Tabla N° 5:** *Población Cuenca Atmosférica Chiclayo*
- Tabla N° 6:** *Fuentes Fijas Puntuales y de Área*
- Tabla N° 7:** *Emisiones de Contaminantes por Fuentes Fijas Puntuales*
- Tabla N° 8:** *Emisiones de Contaminantes por Fuentes de Área*
- Tabla N° 9:** *Inventario de emisiones anuales de Fuentes Fijas en la Cuenca Atmosférica de Chiclayo*
- Tabla N° 10:** *Inventario porcentual de emisiones anuales de Fuentes Fijas en la Cuenca Atmosférica de Chiclayo*
- Tabla N° 11:** *Caracterización del Parque Automotor*
- Tabla N° 12:** *Emisiones de fuentes móviles en t/año*
- Tabla N° 13:** *Resumen Inventario de emisiones (t/año)*
- Tabla N° 14:** *Resumen Inventario de emisiones (%)*
- Tabla N° 15:** *Factores de Ponderación según Toxicidad Humana*
- Tabla N° 16:** *Toxicidad de las Emisiones Contaminantes por Fuentes Fijas*
- Tabla N° 17:** *Toxicidad de las Emisiones Contaminantes por Fuentes Móviles*
- Tabla N° 18:** *Ubicación de las estaciones de monitoreo*
- Tabla N° 19:** *Ubicación de las estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad de aire de la Cuenca atmosférica de Chiclayo*
- Tabla N° 20:** *Ubicación de estaciones para el 2° Monitoreo de calidad de aire de la Cuenca Atmosférica de Chiclayo*
- Tabla N° 21:** *Población escolar encuestada por estratos*
- Tabla N° 22:** *Clasificación de colegios, según cercanía a las fuentes emisoras*

Tabla N° 23: *Características de los escolares participantes según estratos de exposición*

Tabla N° 24: *Proporción de escolares por estratos de estudio y ubicación de sus viviendas – Chiclayo*

Tabla N° 25: *Prevalencia de Asma, Rinitis alérgica y Faringitis por estratos*

Relación de figuras y gráficos:

- Figura N° 1:** Cuenca de estudio
- Figura N° 2:** Mapa Jurisdiccional del ámbito de estudio y dirección de viento
- Gráfico N° 1** *Inventario de emisiones de fuentes fijas puntuales*
- Gráfico N° 2** *Emisiones de Contaminantes por Fuentes Fijas de Área*
- Gráfico N° 3** *Emisiones Anuales de Fuentes Fijas*
- Gráfico N° 4** *Emisiones por Fuentes Móviles en t/año*
- Gráfico N° 5** *Emisiones de Fuentes Móviles por tipo de vehículo*
- Gráfico N° 6** *Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) por Fuentes Móviles*
- Gráfico N° 7** *Emisiones de (PTS) por Fuentes Móviles*
- Gráfico N° 8** *Inventario de Emisiones – Comparativo Fuentes Móviles Vs. Fuentes Fijas*
- Gráfico N° 9** *Emisiones de FF y FM multiplicado por el factor de toxicidad*
- Gráfico N° 10** *Concentraciones de PTS – Primer monitoreo de calidad de aire*
- Gráfico N° 11** *Concentraciones de $PM_{2,5}$ – Primer monitoreo de calidad de aire*
- Gráfico N° 12** *Concentraciones de PM_{10} – Primer monitoreo de calidad de aire*
- Gráfico N° 13** *Concentraciones de PS – Primer monitoreo de calidad de aire*
- Gráfico N° 14** *Concentraciones de PTS – Segundo monitoreo de calidad de aire*
- Gráfico N° 15** *Concentraciones de ($PM_{2,5}$) – Segundo monitoreo de Calidad de aire*

Relación de Anexos:

- Anexo N° 1: Abreviaturas**
- Anexo N° 2: Medidas según Instituciones responsables**
- Anexo N° 3: Presentación de cada componente del Programa de Vigilancia**
- Anexo N° 4: Presentación de medidas para mejorar la calidad del aire y prevenir su deterioro**
- Anexo N° 5: Descripción de análisis Costo-Efectividad de la Medida N° 7 y Medida N° 11**
- Anexo N° 6: Calendario de las medidas propuestas**
- Anexo N° 7: Presupuesto de las medidas propuestas**
- Anexo N° 8: Matriz de las medidas propuestas**

Grupo de Estudio Técnico Ambiental del Aire Gesta Zonal Chiclayo

Plan de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica en la Ciudad de Chiclayo

I Prólogo

A finales del 2001 el Consejo Nacional del Ambiente CONAM, convoca a instituciones del departamento de Lambayeque a reunión en Trujillo a fin de coordinar la conformación del Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire para la Ciudad de Chiclayo. Esta propuesta de plan es el producto del esfuerzo mancomunado de los integrantes del Gesta Zonal Chiclayo y sería sometido a consulta ciudadana previo a su ejecución. El horizonte temporal del presente plan es del 2007 al 2011.

Se publicó en el año 2001 el D.S. N° 074-2001-PCM: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire, el cual tiene por objetivo principal proteger la salud de la población, a través de estrategias para alcanzar los estándares progresivamente. El diagnóstico de línea base constituye uno de los elementos del proceso de aplicación de los estándares, y tiene por finalidad evaluar de manera integral la calidad del aire en una zona y sus impactos sobre la salud y el ambiente, a través de estudios específicos como el monitoreo de la calidad del aire, inventario de emisiones y estudios epidemiológicos, siendo así la base para la toma de decisiones correspondientes a la elaboración de los Planes de Acción y manejo de la calidad del aire a nivel local.

Con la finalidad de apoyar el cumplimiento de las responsabilidades asignadas a la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA del Ministerio de Salud, y con el objeto de integrar a esta institución en el desarrollo del Sistema Nacional Integrado de Inventarios, es que el Programa Nacional de Fortalecimiento de Capacidades para el Manejo del Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire – PROCLIM, a través de la cooperación de la Embajada Real de los Países Bajos, inició en Octubre del 2003 el Sub-Programa IM-07: “Inventarios Locales de Gases Contaminantes”.

Este Sub-Programa estuvo dirigido a la elaboración de inventarios locales de fuentes fijas en las trece ciudades de atención prioritaria establecidas en el citado D.S. N° 074-2001-PCM, que permitirían identificar las principales fuentes de emisión de gases contaminantes, así como la contribución de las mismas en las emisiones totales de las ciudades seleccionadas, y disponer de una base de datos de las emisiones atmosféricas locales en trece ciudades del país.

El inventario de emisiones en la cuenca atmosférica de la ciudad de Chiclayo, se llevó a cabo con la finalidad de contar con información que indique la situación en cuanto al aporte de contaminantes a la atmósfera de los diferentes giros industriales, y de los sectores comerciales y de servicios, que asimismo constituyó una herramienta de apoyo para la evaluación de las medidas y estrategias del Plan “A Limpiar el Aire”.

Por tanto, agradecemos a todas y cada una de las instituciones miembros del Gesta del Aire – Zonal Chiclayo que participaron activamente, al CONAM, DIGESA y OGE por hacer posible la obtención de este documento, con lo cual estamos seguros que se convertirá en una herramienta eficaz para *Cuidar y Proteger la Calidad del Aire* de la Cuenca Atmosférica de Chiclayo.

Chiclayo, 31 de marzo del 2006

Ing. Luis Terán Bazán
Presidente del Gesta del Aire Chiclayo

Plan de Acción “A Limpiar el Aire” de la Cuenca Atmosférica de Chiclayo

1 Información general sobre la zona de atención

1.1 Cuenca atmosférica de Chiclayo

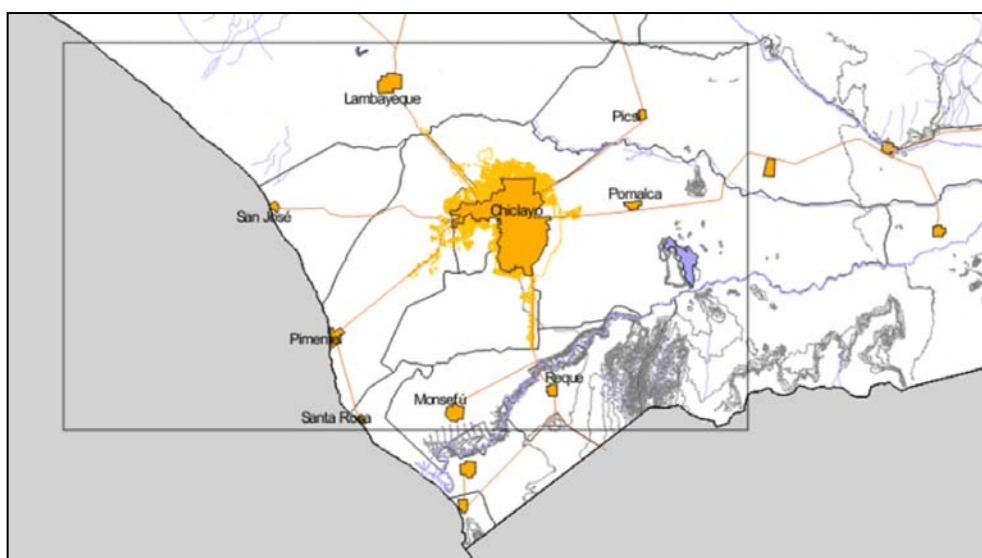
La Ciudad de Chiclayo con cerca de 483,505 habitantes en la actualidad, es el centro urbano más importante del departamento de Lambayeque y sede administrativa de la Región Nor-Oriental del Maraón (RENOM), constituyendo esta, la cuarta ciudad en importancia a nivel nacional, tanto por su crecimiento demográfico como por su desarrollo económico.

La Ciudad de Chiclayo es el Centro Principal del Sistema Urbano Regional, siendo su función la de Centro Dinamizador Principal. Su tipología es comercial, administrativa y financiera de potencial industrial y turístico.

La delimitación de la Cuenca Atmosférica ha sido realizada por SENAMHI-CHICLAYO, y abarca un territorio de 600 km² y comprende los distritos de Chiclayo, La Victoria, José. L. Ortiz, Reque, Monsefú, Santa Rosa, Pimentel, San José, Lambayeque, Picsi y Pomalca.

Por acuerdo del GESTA, la zona a trabajar inicialmente sería solamente lo que abarca la Ciudad de Chiclayo, es decir las zonas urbanas de los distritos de José L. Ortiz, La Victoria y Chiclayo, por ser zona de atención prioritaria (*ver Figura N°1*). El año base para la realización del diagnóstico es el 2002.

Figura N°1: Cuenca de estudio



1.2 Geografía y Clima

El ámbito geográfico de la zona definida como cuenca atmosférica de la ciudad metropolitana Chiclayo, circunscritos por los distritos de José Leonardo Ortiz, La Victoria y Chiclayo, es la siguiente: esta ubicada a orillas del Océano Pacífico entre los ríos Lambayeque (al norte) y Reque (al sur) provenientes del río Chancay. Sus coordenadas geográficas son 06°46'19" de latitud Sur y 79°50'45" de longitud Oeste a 24 msnm. Asimismo, los distritos en estudio están ubicados a 770 km al Norte-Oeste de la ciudad de Lima y a 578 km de la frontera con el Ecuador, ocupando la parte céntrica del valle de Lambayeque-Chancay. El área metropolitana se extiende sobre un relieve costero con un ancho promedio de 25 km y una altura de 0 a 70 msnm. No alcanzando a esta parte de la costa los contrafuertes de la cordillera Nor occidental andina, excepto las pequeñas colinas que afloran al sur de la zona.

Su clima es desértico, semicálido, con poca lluvia durante el año (precipitación pluvial promedio de 18 mm/año). La temperatura oscila entre 30,6°C, y la mínima de 15,3°C. En verano los días tienen cerca de 55% de horas de sol, en el invierno la insolación promedia el 45%.

La cuenca atmosférica de Chiclayo se caracteriza por la actuación del anticiclón del Pacífico sur-oriental, debido al ingreso de masas de aire cálido húmedas desde el anticiclón del Pacífico que al desplazarse sobre la corriente peruana se enfrían, produciendo el proceso de inversión térmica costera (inusual aumento de temperatura con la altura); apreciado en la nubosidad estratiforme desarrollada en los bajos niveles altitudinales de la atmósfera.

En invierno la capa de inversión térmica empieza entre 250 y 300 m de altura, en otoño o primavera sobre los 500 m, extendiéndose esta capa de inversión hasta 800 msnm, y en el verano con una altura próxima a 1500 msnm. Incluso inhibiéndose como en los eventos cálidos y durante los fenómenos "ENOS-El Niño Oscilación Sur". Debido a este fenómeno de inversión térmica, se genera una capa nubosa asociada a la humedad condensada de las masas de aire marítimas desplazadas sobre la corriente peruana, que se mueve de sur a norte, adyacente a nuestro litoral, la intensa velocidad de los vientos con dirección predominante sur y, una velocidad media anual de 5,1 m/s dirección sur permanente regular y constante, debido a su topografía llana, no obstante existe ciertos afloramientos rocosos que no superan los 50 metros (al noroeste y oeste de la zona conurbana) y afloramiento colinoso al sur y sureste de Chiclayo.

La velocidad y dirección (o procedencia) del viento es persistente durante todos los meses del año, siendo insignificante las condiciones de Calma durante el día, variando así la

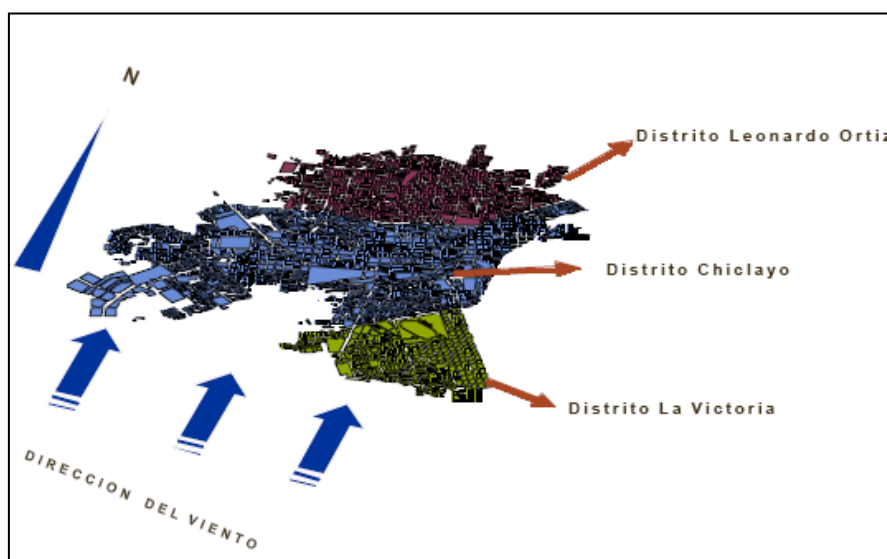
velocidad y procedencia del viento en el verano e invierno, y anualmente de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla N° 1: Características del viento

VIENTO	VERANO		INVIERNO		ANUAL	
	Dirección	V (m/s)	Dirección	V (m/s)	Dirección	V (m/s)
MEDIO	S	4.7	S	4.9	S	5.1
MAXIMO	S	12.3	S	11.9	S	12.3
MINIMO	S	1.6	S	2.0	S	2.1

Fuente: SENAMHI - Chiclayo

Figura N° 2 Mapa Jurisdiccional del ámbito de estudio y dirección de viento



De acuerdo a lo establecido por SENAMHI-CHICLAYO, muchas son las causas que influyen en la variabilidad meteorológica y en la diversidad de climas en el departamento de Lambayeque, y de acuerdo con los principales factores que se manifiestan e interactúan podemos resumir:

- La posición geográfica de su territorio: Entre los 5°32' y 10°32' de latitud Sur, correspondiente a zonas netamente tropicales.
- El gran relieve orográfico determinado por los andes: barrera natural para el continuo arribo de masas de aire cálidas húmedas desde el Norte amazónico; topografía definida que permite el desplazamiento restringido y estacional de sistemas meteorológicos de la selva (más nubosidad desarrollada en nuestra sierra Norte) hacia zonas alto

andinas Lambayecanas; y eventualmente sobre su costa como remanentes nubosos generadores de lluvias aisladas, producto de los últimos estadios evolutivos pluviales del Nororiente, que establecen características climáticas variables y singulares.

- c. Presencia del sistema anticiclónico subtropical: Sobre la zona Suroriental del Océano Pacífico, origina el persistente fenómeno de inversión térmica, presente a lo largo de toda la costa peruana en gran parte del año.
- d. La corriente peruana o corriente de Humboldt: Al presentar bajas temperaturas impide una fuerte evaporación restringiendo la lluvia, y determina un clima templado en Lambayeque inferior en 5° en promedio, respecto al registrado a similares latitudes (como en el caso de Brasil).
- e. Enfriamiento y condensación de humedad en capas inferiores del aire marino adyacente a la costa de Lambayeque: Por el ingreso de masas de aire cálido húmedas desde el anticiclón del Pacífico Suroeste que al desplazarse sobre la corriente peruana se enfría; contribuyendo en la inversión térmica costera (inusual aumento térmico con la altura) que en invierno empieza entre 250 y 300 m, y en otoño o primavera sobre los 500 m, extendiéndose esta capa de inversión hasta los 800 msnm.

1.3 Transporte

En la Ciudad de Chiclayo, el parque automotor se ha visto incrementado en los últimos tiempos, debido principalmente por razones socio-económicas. Los despidos de centros laborales hicieron que gran parte de esta población adquiera vehículos para transporte público, principalmente taxis y combis.

Se hace constar que el parque automotor considerado es el terrestre y aéreo, no contamos con transporte ferroviario ni acuático.

Con relación a las fuentes móviles, se tiene un parque automotor abundante y antiguo, con gran cantidad en el área urbana de taxis, mototaxis y camionetas rurales; el mayor porcentaje representa el parque automotor menor con casi el 50% (14 945 motocarros y motos lineales), seguido de automóvil con el 36,4% (10 883), camioneta rural con 11,4% (3 406) y ómnibus con 2,3% (673) del total del parque automotor de Chiclayo.

Las vías principales del Centro Comercial Metropolitano soportan el flujo del transporte regional, interurbano y urbano. La carretera Panamericana llega y sale de Chiclayo, existiendo una vía de evitamiento. Hacia el Sur recibe el nombre de Av. Víctor Raúl Haya de la Torre que conduce a Reque, Chepén, Trujillo; mientras que hacia el Noreste se sigue a Lambayeque, Olmos, Piura.

Tabla N° 2: Caracterización del Parque Automotor

Tipo de Vehículo	Unidades existentes
Automóviles	8 814
Station Wagon	685
Camionetas	2 192
Vehículos pesados gasolineros	137
Vehículos Diesel	5 526
Motos	2 005
Vehículos a GLP	183
Total Transporte Terrestre	19 542

Fuente: Sunarp – Chiclayo

1.4 Industria

Respecto a las fuentes fijas, existe un incremento de ladrilleras, molinos de pilar arroz, pollerías, fabricas de alcohol, hielo, envasadoras de pescado, etc., que están ubicadas al oeste de la ciudad de Chiclayo. La mayoría de estos establecimientos industriales están concentrados en los distritos de Chiclayo, José L. Ortiz, y la Victoria. Entre las principales actividades están las siguientes empresas: fábricas de prendas de vestir (21%), elaboración de productos de panadería (14,31%), impresiones (18,43%), fábricas de muebles de madera (11,46%), fábricas de productos metálicos para uso estructural (8,27%) y elaboración de productos de molinería (2,44%). Información detallada se consigna en el inventario de fuentes fijas.

Las fuentes fijas en la Ciudad de Chiclayo, de acuerdo a la información proporcionada de las municipalidades de Chiclayo, La Victoria y J. L. Ortiz esta conformada por:

Tabla N° 3: Caracterización de las fuentes fijas

CIU	Tipo de Fuente	N° de Unidades
1531	MOLINOS DE ARROZ CON PROCESO DE DESCARCARADO SIN CONTROL DE EMISIÓN DE PARTICULAS	102
	MOLINOS DE GRANO GRUESO: MAIZ, SOYA, ETC.	17
1541	PANADERIAS CON USO DE COMBUSTIBLE LEÑA	110

CIIU	Tipo de Fuente	N° de Unidades
	PANADERIAS CON USO DE COMBUSTIBLE DIESEL	18
	PANADERIAS CON USO DE ELECTRICIDAD	3
2010	ASERRADEROS CON PROCESOS DE CORTE Y SEPILLADO DE MADERAS	28
2022	CARPINTERÍAS CON PROCESO DE CORTE, SEPILLADO Y LIJADO DE MADERA	70
2221	IMPRENTAS	90
5520	RESTAURANTES QUE USAN CARBON COMO COMBUSTIBLE	43
	RESTAURANTES QUE USAN GAS COMO COMBUSTIBLE	77
	RESTAURANTES QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE	29
	RESTAURANTES QUE USAN DIESEL Y GAS COMO COMBUSTIBLE	32
	RESTAURANTES QUE USAN CARBON Y GAS COMO COMBUSTIBLE	49
	RESTAURANTES QUE USAN CARBON Y DIESEL COMO COMBUSTIBLE	6
5050	ESTACIONES DE EXPENDIO DE COMBUSTIBLE	76
1810	TEXTILERÍAS Y ESTAMPADOS	22
2693	LADRILLERAS ARTESANALES QUE USAN PAJILLA DE ARROZ Y ASERRÍN COMO COMBUSTIBLE	30
2731	FUNDICIONES QUE USAN ANTRACITA COMO COMBUSTIBLE	5
	FUNDICIONES QUE USAN ACEITE RESIDUAL DE VEHÍCULOS COMO COMBUSTIBLE	17
4030	INCINERADOR DEL HOSPITAL REGIONAL ESALUD	1
4010	CENTRAL TERMICA LAS BRISAS	1
4030	CALDERAS	10
1410	CHANCADORA DE PIEDRA JLO	1
TOTAL FUENTES FIJAS		837

1.5 Ocupación principal

La población económicamente activa (PEA), según INEI del año 1993, fue del 75,29% (499 877) del distrito de Chiclayo, 17,32% del distrito de José L. Ortiz y 7,39% del distrito de La Victoria. Entre sus actividades económicas principales están el comercio, los servicios y las actividades industriales de bienes de consumo, bienes intermedios y bienes de producción. Entre los principales cultivos están arroz y maíz, y entre las actividades industriales están textil, confecciones, aserraderos, fábrica de ladrillos, talleres de mecánica, y carpinterías metálicas.

Tabla N° 4: Ocupación de la población de Chiclayo

Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	2754
Pesca	93
Explotación de Minas y Canteras	72
Industrias Manufactureras	9157
Suministro de Electricidad, Gas y Agua	386
Construcción	3771
Comercio, Automotores, Motocicletas, Ef. personales y enseres domésticos	18901
Hoteles y Restaurantes	1477
Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	5339
Intermediación Financiera	970
Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler	3751
Administración Pública y Defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria	5369
Enseñanza	5639
Servicios Sociales y de Salud	1772
Serv., comunitarios, sociales y personales	1588
Hogares Privados con Servicio Domestico	3597
Organizaciones y Órganos Extra territoriales	3
No declaradas	8578
En busca Trabajo por Primera vez	4536

Fuente: INEI – Censo Nacional 1993

1.6 Población y desarrollo urbano

Chiclayo, llamada “Capital de la Amistad”, es el centro dinamizador principal de la región, sede de intercambio comercial de la misma. Actúa como centro de abastecimiento y redistribución de distintos tipos de productos, teniendo un área de influencia metropolitana (11 Distritos) e influencia Regional (40 Distritos). Asimismo, su tipología comercial se complementa con la administrativa y financiera.

La ciudad de Chiclayo comprende las áreas urbanas de los distritos de Chiclayo, Leonardo Ortiz y La Victoria; formando una conurbación, la cual se prolonga actualmente hacia los distritos de Pimentel, Lambayeque y Pomalca. En total ocupa 4000 has (3288.07 km²) y tiene una población estimada al año 2006 de 525,000 habitantes. Su población representa el 70% de la población provincial y el 50% de la población de departamento de Lambayeque.

Hablar de la evolución demográfica de Chiclayo es hablar del origen de un pueblo sin fundación española, así como de su desarrollo físico como expresión espontánea del crecimiento demográfico y de su estrecha relación con su entorno inmediato con los otros centros poblados ubicados en el valle del Chancay – Lambayeque.

Al Oeste y Este del Área Central se encuentran las zonas antiguas consolidadas y tugurizadas, como es el área comprendida al Este de la Av. Sáenz Peña, se tienen avenidas importantes como las Av. Chinchaysuyo, Unión y Gran Chimú.

Hacia el Sur por la Av. Chinchaysuyo destaca el Hipódromo. De Sur a Norte se tienen vías principales como la Av. Víctor Raúl Haya de la Torre, Av. Miguel Grau y la Av. Sesquicentenario - Av. Los Incas.

Al Oeste también se encuentra el Cementerio rodeado del uso residencial, el Camal Municipal (norte del Parque Industrial).

Al Este de la ciudad y adyacentes a las zonas residenciales y al Hospital Regional del IPSS se ubica el Aeropuerto. También se tiene vías importantes como la prolongación de la calles Nieto que conduce a Pomalca y a las Cooperativas (Tumán, Pátapo, Cayaltí).

Las zonas de urbanizaciones y multifamiliares se encuentran localizadas al Norte, Este, Sur y Oeste de la ciudad. Ocupan el 23% del uso residencial. Se caracterizan por tener densidades brutas de 100 a 200 hab./has.

La evolución urbana y demográfica de la ciudad de Chiclayo en el siglo XX ha sido tan acelerada, que cada 10 años prácticamente fue duplicando su población y su ocupación física, llegando en el período 72-91 a incrementar su población en un 152% y su área en un 130%. Se ha considerado importante detallar esta evolución y las causas de este crecimiento, por cuanto será la base para prever su expansión en los años futuros.

Entre 1867 y 1931 (60 años aprox.), la población de Chiclayo casi se duplicó de 10,000 a 20,000 habitantes, pero este incremento no se debía a un fenómeno migratorio, sino más bien a un crecimiento vegetativo de la población.

De los años 50 en adelante, la ciudad de Chiclayo se encuentra inmersa en un intenso proceso de migración expresado en los nuevos límites que presenta: la cotización Municipal San Carlos, la ampliación del Barrio y Urb. El Porvenir, Patazca, llegando hasta el Colegio Pardo, por el Nor-Oeste. Las fábricas Concordia y Perulac al Sur y la aparición de las barriadas San Antonio, Suazo, José Balta y el Camal Municipal al Este y al Oeste las áreas del Colegio San José y de la hoy Urb. Los Parques.

Actualmente cuentan con 787 630 habitantes y ocupa un área de aprox. 3,572 has. (Si no se considera el Aeropuerto y la Zona Militar, se tendría 2,947.5 has.), lo cual arroja como densidad actual de la ciudad 153 hab./ha.

Población de la Cuenca Atmosférica:

Tomando como base el censo de 1993 realizado por el INEI y el reciente censo realizado por la Dirección Regional de Salud Lambayeque se tiene que la población promedio para el caso de Chiclayo sería un aproximado de 278 641 habitantes, para el caso de José Leonardo Ortiz casi 162 458 personas y para La Victoria de 73 413 (**ver Tabla N° 5**).

En el 2002, Chiclayo tuvo una población de 529 974 habitantes con una densidad poblacional de 4910,35 hab./km². La población del distrito de Chiclayo es netamente urbana, en cambio los distritos de La Victoria y José L. Ortiz tiene aprox. el 10% de área rural.

Según la información trabajada en el cuadro, la población total de la cuenca atmosférica al año 2006 representa un poco más del 65 % de la población total de la provincia de Chiclayo y un poco más del 40 % de la población departamental.

Tabla N° 5: Población Cuenca Atmosférica Chiclayo

Distritos	Población 1993	% Dep.	Población 2006	% Dep.
Chiclayo	239 887	26.05	278 641	23.98
J. L. O.	119 433	12.97	162 458	13.98
La Victoria	60 249	6.54	73 413	6.32
Total Cuenca	419 569	45.57	514 512	44.28
Total Provincia	617 881		787 630	
Total Departamento	920 795		1 162 014	

Fuente: GESTA Chiclayo en base a los datos proporcionados por INEI y DISA Lambayeque

2 Identificación del problema

2.1 Descripción de fuentes de contaminación del aire en la cuenca atmosférica de Chiclayo

2.1.1 Descripción e Interpretación de fuentes fijas

El inventario de Emisiones de Fuentes Fijas de Chiclayo, se realizó entre 2003 y 2005. Se aplicó la metodología contenida en la “Guía sobre técnicas para el inventario rápido de fuentes, y su uso en la formulación de estrategias para el control ambiental”¹

Para efectos del trabajo de inventario se acopió la información referida a las actividades económicas que se desarrollan en la jurisdicción de la cuenca atmosférica y que por sus características particulares generan emisiones contaminantes al aire.

El trabajo del Grupo de Estudios Técnico Ambiental de Aire – GESTA del Aire de Chiclayo, permitió contar con el desagregado de las fuentes fijas, tanto las puntuales como las de área (**Tabla N° 6**).

Para el propósito de este inventario de emisiones, las fuentes de emisión han sido agrupadas de la manera siguiente:

- Fuentes Puntuales: sector industrial e institucional
- Fuentes de Área: sector comercial, de servicios y municipal

Fuentes Puntuales: Se define como una fuente puntual a toda instalación establecida en un lugar que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales o actividades que puedan generar emisiones contaminantes significativas a la atmósfera, por ejemplo se puede citar a las Ladrilleras, Fundiciones, Calderas y otros.

Fuentes de Área: Son los establecimientos o lugares donde se desarrollan actividades que de manera individual emiten cantidades relativamente pequeñas de contaminantes, pero que en conjunto sus emisiones representan un aporte considerable de contaminantes a la atmósfera y que no llegan a considerarse como fuentes puntuales. En esta categoría se

¹ Evaluación de Fuentes de Contaminación del Aire de Alexander D. Economopoulos, traducido y publicado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). 2002.

incluyen la mayoría de los establecimientos comerciales y de servicios, como por ejemplo las panaderías, imprentas, carpintería, grifos y otros.

Las fuentes fijas puntuales se totalizan en 07 categorías y las fuentes fijas de área en 09 categorías (**ver Tabla N° 6**).

Tabla N° 6: Fuentes Fijas Puntuales y de Área

N°	Estrato	Descripción	Nombre común	Tipo de fuente
1	Actividades comerciales y de servicios que realizan combustión	Ladrilleras		Puntual
2		Fundidoras		Puntual
3		Calderas		Puntual
4		Incineradoras		Puntual
5	Actividades de generación eléctrica	Central Térmica		Puntual
6	Actividades de transformación de recursos naturales	Chancadora de piedra		Puntual
7	Pérdida evaporativa por manejo de combustibles al por mayor	Almacenamiento de combustibles para abastecer a las líneas aéreas	Aeropuerto	Puntual
8	Actividades productivas de molinería	Molinos de granos	Molinos de granos	Área
9		Molinos de arroz	Molinos de arroz	Área
10	Evaporación de solventes	Estampados textiles	Textil y Estampados	Área
13		Actividades de impresión	Imprentas	Área
11	Actividades industriales de transformación de madera	Aserraderos	Aserraderos	Área
12		Fabricación de muebles y piezas para edificios y construcción	Carpinterías	Área
14	Pérdidas evaporativas por expendio de combustibles	Venta al por menor de combustible para automotores	Grifos	Área
15	Actividades comerciales y de servicios que realizan combustión	Fabricación de productos de panadería	Panaderías	Área
16		Restaurantes, cafés y otros establecimientos que expenden comidas y bebidas	Restaurantes	Área

2.1.1.1 Inventario de Emisión de Fuentes Fijas – Fuentes Puntuales

Las emisiones contaminantes producidas por las fuentes fijas puntuales corresponden a actividades industriales diversas. Estos contaminantes son producidos en las diferentes etapas de los procesos productivos y su calidad está condicionada por el tipo de proceso, la tecnología utilizada y los combustibles usados.

En la **Tabla N° 7** se muestran las emisiones de las fuentes fijas puntuales en la cuenca atmosférica de Chiclayo.

Tabla N° 7: Emisiones de Contaminantes por Fuentes Fijas Puntuales

	Estrato	Descripción	Tipo Fuente	TM / año						
				PTS	PM10	SO ₂	NO _x	CO	COV	Pb
1	Actividades comerciales y de servicios que realizan combustión	Ladrilleras	Puntual	2	3					
2		Fundiciones		<1	<1	<1	1	<1	<1	<1
3		Calderas		1	<1	46	7	2	<1	
4		Incineradores		<1	<1		<1			
5	Actividades de generación eléctrica	Central Térmica	Puntual	1	1	23	10	1	<1	
6	Actividad de transformación de recursos naturales	Chancadora de Piedra	Puntual	5	3					
7	Pérdida evaporativa por manejo de combustibles al por mayor	Aeropuerto	Puntual		0				5	
	TOTAL			9	7	69	18	3	5	0

Fuente: GESTA ZONAL DE AIRE de Chiclayo - Inventario de Fuentes Fijas, 2005

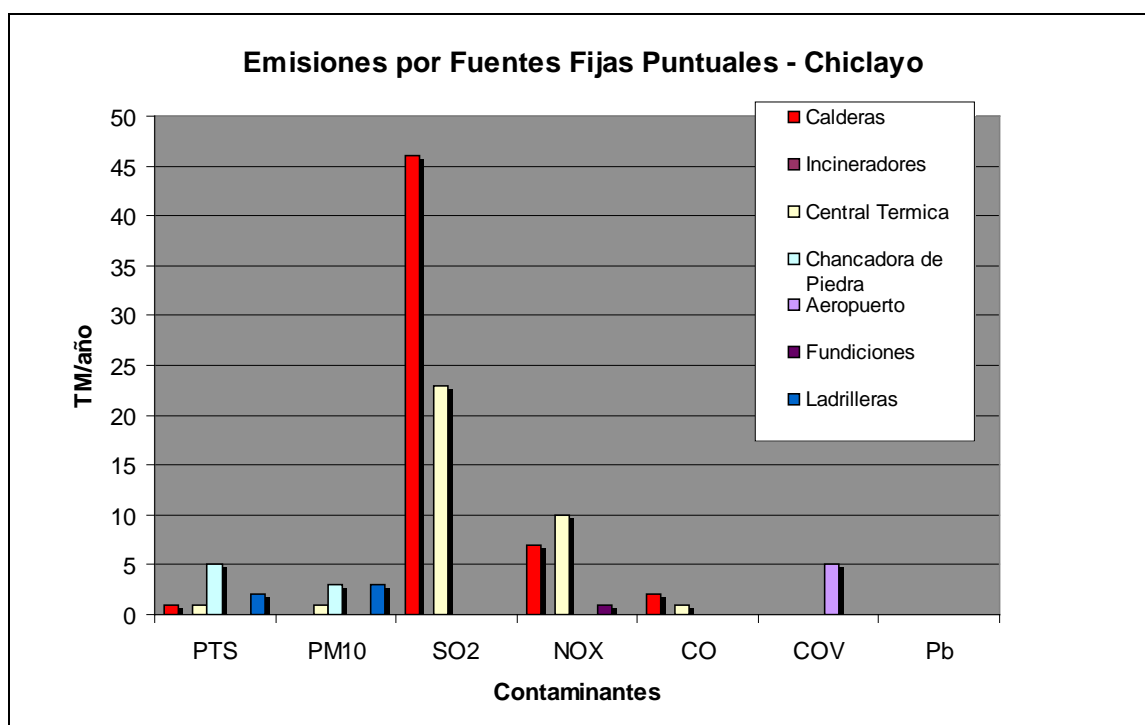
Los contaminantes más emitidos por las fuentes fijas puntuales son SO₂, NO_x y PTS. Cabe resaltar que si bien es cierto que las fuentes puntuales comparadas con las fuentes fijas de área son de menor cantidad, la emisión de contaminantes producidos por éstas es de considerable magnitud, tal como se muestra en el **Gráfico N° 1**.

Si se analiza las emisiones por cada fuente, se tiene:

- **SO₂**, es emitido mayormente por actividades comerciales y de servicios que realizan combustión (Calderas), y por la actividad de generación eléctrica (Central térmica).
- **NO_x**, contaminante emitido principalmente por actividades comerciales y de servicios que realizan combustión (Calderas), y por la actividad de generación eléctrica (Central térmica).

- **PTS**, generado principalmente por la actividad de transformación de recursos naturales (Chancadora de piedra) y por actividades comerciales y de servicios que realizan combustión (Ladrilleras).

Gráfico N° 1: Inventario de emisiones de fuentes fijas puntuales



2.1.1.2 Inventario de Emisión de Fuentes Fijas – Fuentes de Área

Las fuentes fijas de área son todos aquellos establecimientos o lugares, donde se desarrollan actividades que de manera individual emiten cantidades relativamente pequeñas de contaminantes, pero que en conjunto sus emisiones representan un aporte de contaminantes a la atmósfera. En ésta categoría encontramos establecimientos comerciales y de servicios, como por ejemplo: Molinos de arroz, panaderías, pollerías, grifos y otros.

En la **Tabla N° 8** se muestran las emisiones por fuentes fijas de área. Las mayores emisiones de estas fuentes son: PTS, PM₁₀, COV, y CO.

- **PTS** es emitido por las actividades productivas de molinería, principalmente por los molinos de arroz (97 %).
- **PM₁₀**, se genera por las actividades productivas de molinería, principalmente por los molinos de arroz (95 %).

- El **COV** se emite como consecuencia de Pérdidas evaporativas por expendio de combustible (Grifos 69 %), y la Evaporación de solventes (textiles y estampados 22 %)
- El **CO** es emitido principalmente por restaurantes (52 %) y panaderías (48 %).

Como se analizó, la mayoría de estas fuentes se encuentran distribuidas en las zonas urbanas de la cuenca de Chiclayo y la población se encuentra en contacto permanente con las emisiones contaminantes.

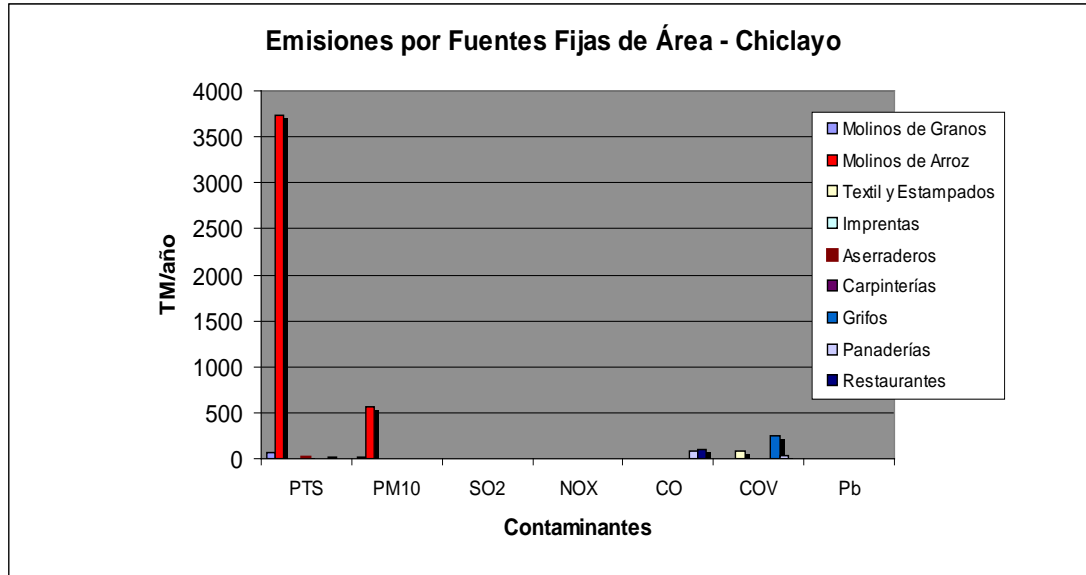
Tabla N° 8: Emisiones de Contaminantes por Fuentes de Área

	Estrato	Descripción	Tipo de Fuente	TM / año						
				PTS	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	CO	COV	Pb
8	Actividades productivas de molinería	Molinos de Granos	Área	72	11					
9		Molinos de Arroz		3730	559					
10	Evaporación de solventes	Textil y Estampados	Área		0				78	
11		Imprentas			0				1	
12	Actividades de Industriales de transformación madera	Aserraderos	Área	18	8					
13		Carpinterías		1	<1					
14	Pérdidas evaporativas por expendio de combustible	Grifos	Área		0				246	
15	Actividades comerciales y de servicios que realizan combustión	Panaderías	Área	12	2	2	1	90	30	
16		Restaurantes		6	6	1	4	98	1	
	TOTAL			3839	586	3	5	188	356	0

Fuente: GESTA ZONAL DE AIRE de Chiclayo - Inventario de Fuentes Fijas. 2005

En el **Gráfico N° 2** nos muestra la distribución de los contaminantes y su fuente emisora.

Gráfico N° 2: Emisiones de Contaminantes por Fuentes Fijas de Área



2.1.1.3 Análisis de resultados del Inventario de Fuentes Fijas Puntuales y de Área

El inventario de las **Fuentes Fijas Puntuales** señala que el SO_2 es el contaminante más emitido de este tipo de fuente y más de un 66 % de su emisión proviene de Calderas y de un 33 % de la Central térmica. Estas fuentes a su vez son responsables de la mayor cantidad de NO_x . En el caso de PTS, este contaminante está generado principalmente por las chancadoras de piedra y por las ladrilleras.

El inventario de las **Fuentes Fijas de Área** indica que el PTS y PM_{10} , COV y el CO, son los contaminantes más emitidos de estas fuentes, mientras que en un análisis desde el punto de vista de las fuentes de área, los molinos de arroz son las que en comparación a las demás fuentes, emiten la mayor cantidad de contaminantes de PTS (97%) y PM_{10} (95%).

Las fuentes fijas de área, según el inventario, son las responsables de la mayor emisión de los contaminantes PTS, PM_{10} , COV y CO en un porcentaje promedio de más del 99% en comparación a las fuentes fijas puntuales, que sólo en los casos de SO_2 (95.80%) y NO_x (78.3%) superan con mayores porcentajes a las fuentes fijas de área (ver **Tablas N° 9 y 10, Gráfico N° 3**).

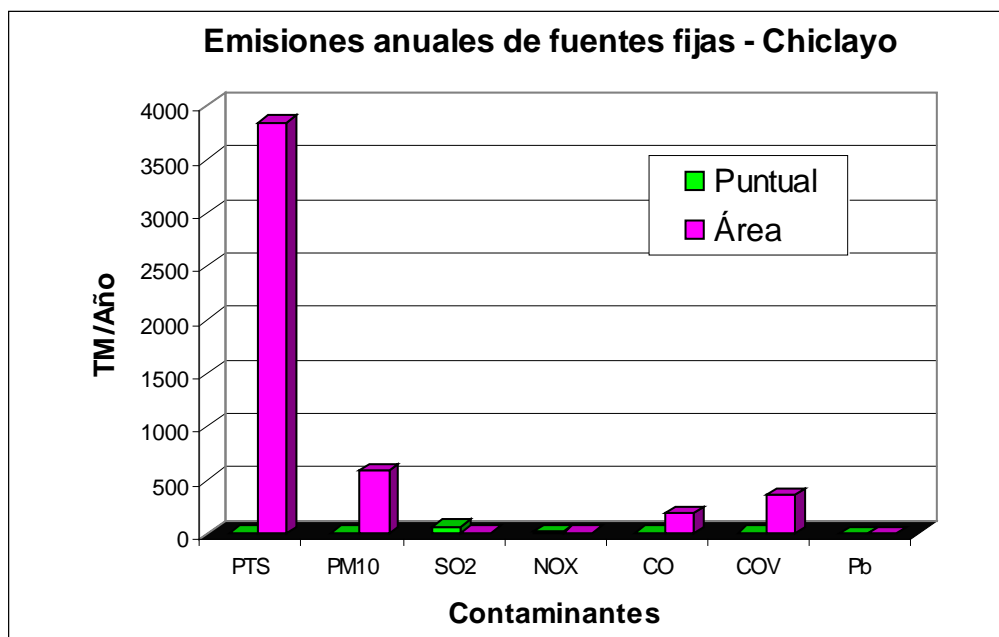
Tabla N° 9: Inventario de emisiones anuales de Fuentes Fijas

TIPO DE FUENTE	EMISIONES (t/año)					
	PTS	PM-10	SO ₂	NO _x	CO	COV
PUNTUALES	9	7	69	18	3	5
DE ÁREA	3839	586	3	5	188	356
TOTALES	3 848	593	72	23	191	361

Tabla N° 10: Inventario porcentual de emisiones anuales de Fuentes Fijas

TIPO DE FUENTE	EMISIONES (%)					
	PTS	PM-10	SO ₂	NO _x	CO	COV
PUNTUALES	0.2	1.2	95.8	78.3	1.6	1.4
DE ÁREA	99.8	98.8	4.2	21.7	98.4	98.6
TOTALES	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Gráfico N° 3: Emisiones Anuales de Fuentes Fijas



2.1.2 Descripción e Interpretación de fuentes móviles

Las fuentes móviles en la Ciudad de Chiclayo, de acuerdo a la información proporcionada por la Oficina de Registros Públicos de Chiclayo, esta conformada por 19 542 unidades de transporte terrestre y los vehículos de transporte aéreo que en total realizan 2 850 operaciones de aterrizaje y despegue.

No se cuenta con transporte de ferrocarril ni acuático, por lo menos en la zona de atención prioritaria (zona urbana de los distritos de Chiclayo, La Victoria y José L. Ortiz).

Tabla N° 11: Caracterización del Parque Automotor

Tipo de vehículos	N° de Vehículos
AUTOS PARTICULARES	3 836
AUTOS DE SERVICIO PUBLICO	4 978
SW PARTICULARES	183
SW DE SERVICIO PUBLICO	502
CAMIONETAS	2 192
VEHÍCULOS PESADOS GASOLINEROS	137
VEHÍCULOS DIESEL	5 526
MOTOS	2 005
VEHÍCULOS A GLP	183
TOTAL TRANSPORTE TERRESTRE	19 542
TOTAL TRANSPORTE AEREO	2 850

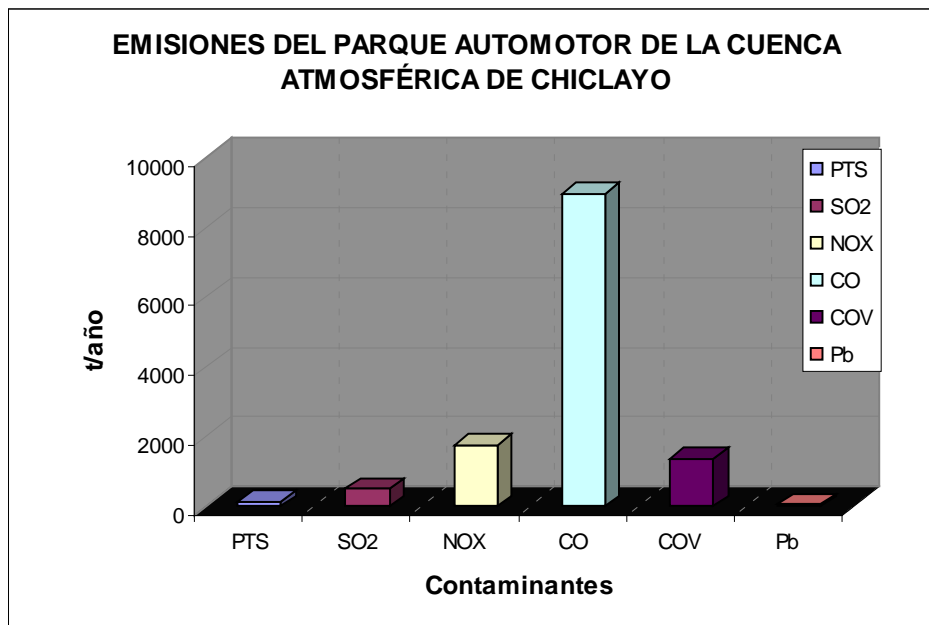
2.1.2.1 Análisis y Resultados del Inventario de Emisión de Fuentes Móviles

De acuerdo a lo mostrado en la **Tabla N° 12** y el **Gráfico N° 4**, el monóxido de Carbono (CO) constituye el contaminante más emitido por las fuentes móviles con 8 962 t/año, seguido de NO_x con 1 808 t/año y los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 1 413 t/año y en menor nivel de emisión siguen: SO₂ (495 t/año), PTS (139 t/año) y Plomo (54 t/año).

Tabla N° 12: Emisiones de fuentes móviles en t/año

FUENTES	PTS	SO ₂	NO _x	CO	COV	Pb
TRANSPORTE TERRESTRE	136.12	494.70	1766.62	8962.33	1354.72	53.99
TRANSPORTE AEREO	2.82	0.64	40.47	-	58.14	-
TOTAL TRANSPORTE	138.94	495.34	1 807.09	8 962.33	1 412.86	53.99

Gráfico N° 4: Emisiones por Fuentes Móviles en t/año



El inventario señala que los autos de servicio público y los autos particulares son los responsables de la mayor emisión del contaminante CO y del COV (*ver Gráfico N° 5 y N° 6*). Relacionado a los contaminantes NO_x y PTS (*ver Gráfico N° 7*), las que emiten la mayor cantidad en comparación a las otras fuentes móviles, son los vehículos Diesel.

Gráfico Nº 5: Emisiones de Fuentes Móviles por tipo de vehículo

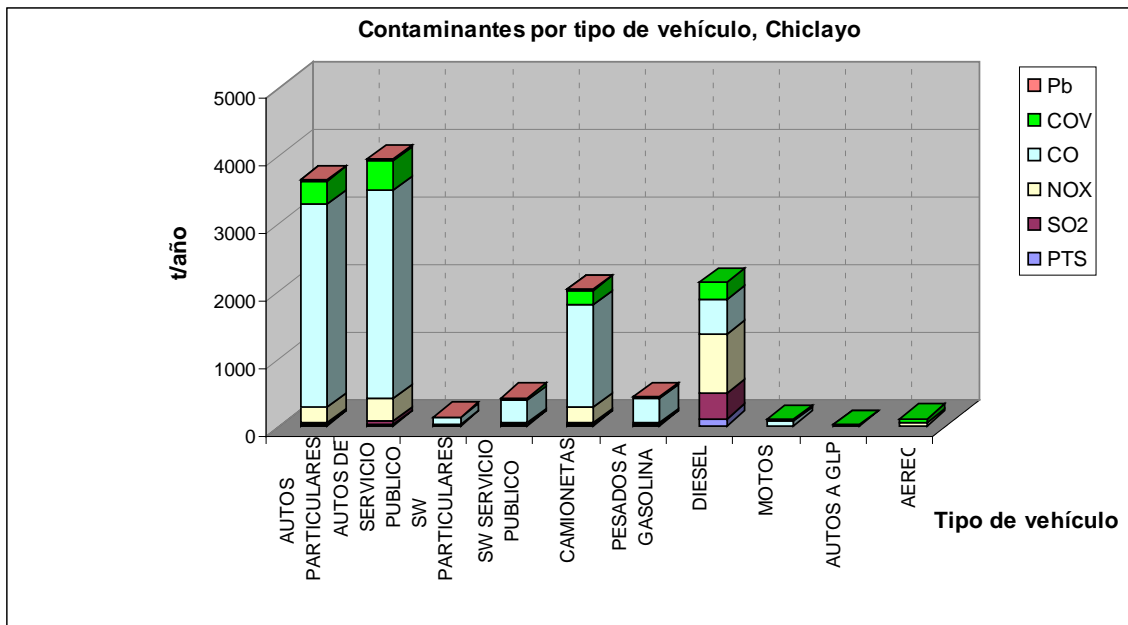


Gráfico Nº 6: Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) por Fuentes Móviles

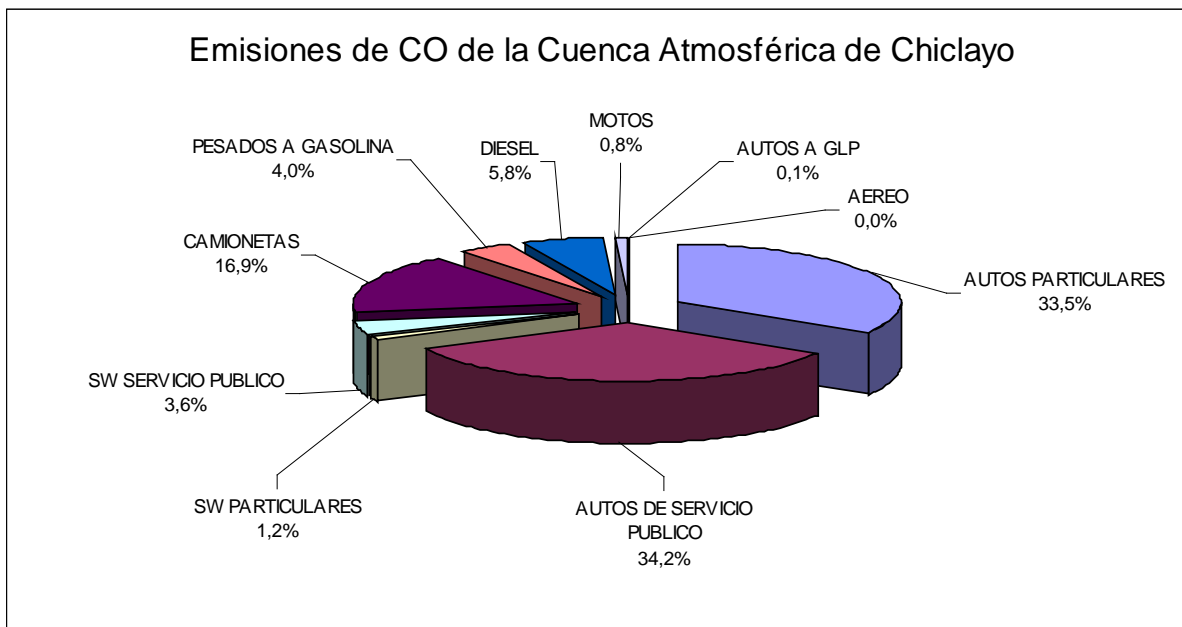
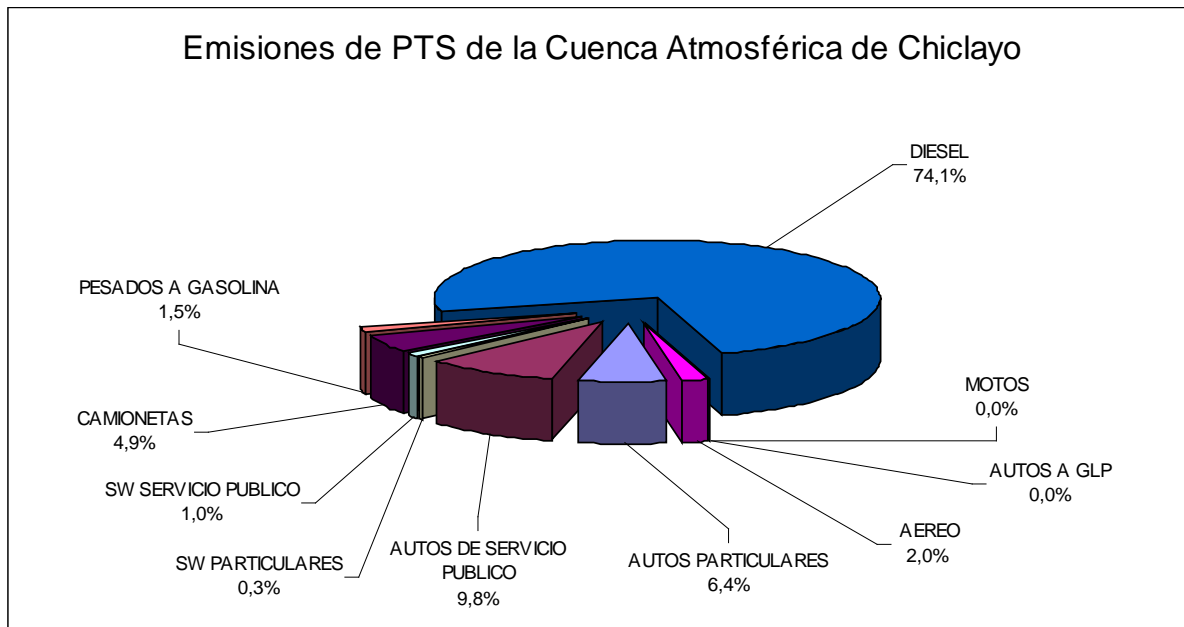


Gráfico N° 7: Emisiones de (PTS) por Fuentes Móviles



2.1.3 Comparación de Inventarios Fuente Fijas y Fuente Móviles

De acuerdo a lo mostrado en las **Tablas N° 13 y N° 14**, y en el **Gráfico N° 8**, se aprecia que las fuentes móviles son las que generan las mayores emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂) con 87%, Óxidos de Nitrógeno (99%), Monóxido de Carbono (98%), y Compuestos Orgánicos Volátiles (80%), mientras que las Fuentes Fijas se constituyen como las mayores emisoras de material particulado (PTS) con 97%.

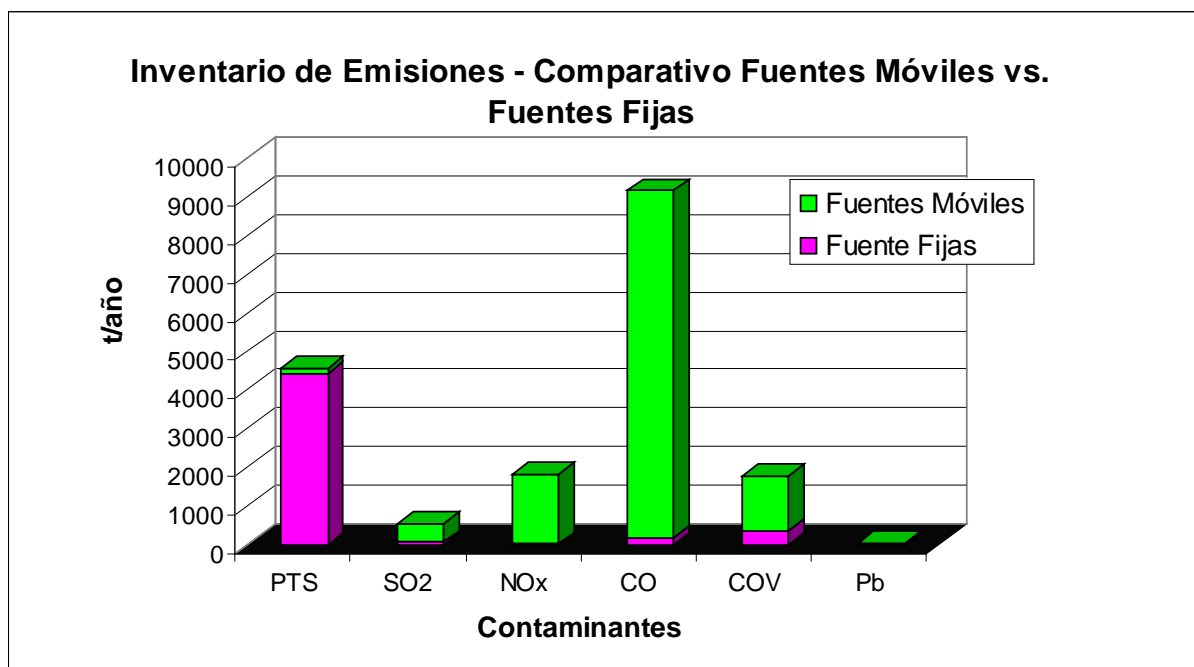
Tabla N° 13: Resumen Inventario de emisiones (t/año)

TIPO DE FUENTES	PTS	SO ₂	NO _x	CO	COV	Pb
MOVILES	139	495	1807	8962	1413	54
FIJAS	4 441	72	23	191	361	-
TOTAL	4 580	567	1 830	9 153	1 774	54

Tabla N° 14: Resumen Inventario de emisiones (%)

TIPO DE FUENTE	EMISIONES (%)					
	PTS	SO ₂	NO _x	CO	COV	Pb
F MOVILES	3	87	99	98	80	100
F FIJAS	97	13	1	2	20	
TOTALES	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Gráfico N° 8: Inventario de Emisiones – Comparativo Fuentes Móviles Vs. Fuentes Fijas



Cabe indicar que no es posible concluir sobre cual de los contaminantes es el que más daño podría ocasionar en la población del área de influencia de la cuenca atmosférica, debido a que los contaminantes criterios analizados presentan distintos niveles de toxicidad y ocasionan diferentes efectos sobre la salud de las personas. De ésta forma, pese a contabilizarse la mayor emisión con 9 153 t/año de CO, no necesariamente ésta sustancia se constituye como el principal problema de contaminación, porque su toxicidad, por ejemplo, es menor que la del material particulado (16,5 veces menor).

En la **Tabla N° 15** se indican los contaminantes y su nivel de toxicidad. Estos valores fueron desarrollados basándose en la toxicidad del NO_x por la Dirección del Medio Ambiente y

Recursos Naturales de Suiza², referencia que ha sido utilizada por CONAM para definir el índice de Nocividad Relativa (INR) de los combustibles.

Tabla N° 15: Factores de Ponderación según Toxicidad Humana

Contaminante	Toxicidad humana (NO _x = 1)
NO _x	1
CO	0,26
SO ₂	4
Material particulado	4,3
HCNM	2

Fuente: Perfiles ecológicos de combustibles- Método CML

Los compuestos orgánicos volátiles (COV), que fueron estimados en los inventarios, no cuentan con un factor de ponderación de toxicidad, sin embargo se puede asumir que los HCNM (Hidrocarburos no incluidos metano) son los COV generados en un proceso de combustión.

A los resultados del inventario de emisiones de fuentes fijas y fuentes móviles se incorporó el factor de toxicidad humana y el producto se muestra en las **Tablas N° 16 y 17** y **Gráfico N° 9**

Tabla N° 16: Toxicidad de las Emisiones Contaminantes por Fuentes Fijas

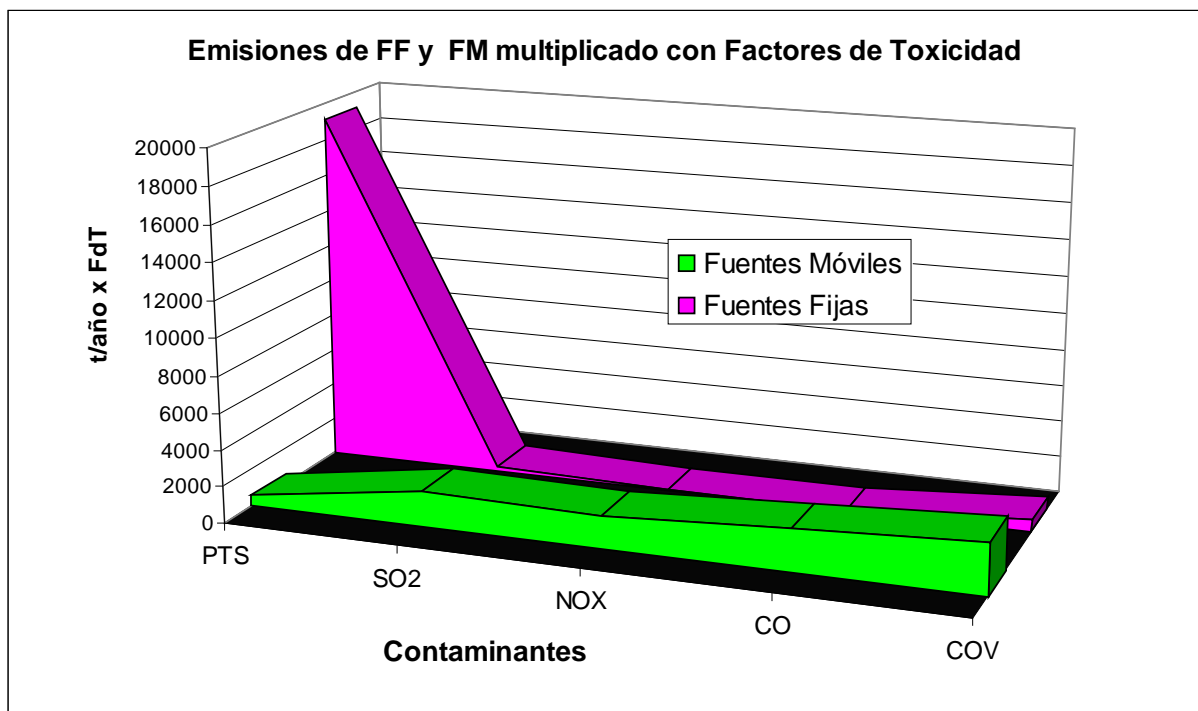
Variable	CONTAMINANTES				
	PTS	SO ₂	NO _x	CO	COV
Emisión (t/año)	4 441	72	23	191	361
Factor	4.3	4	1	0.26	2
Producto	19 096.3	288	23	49.66	722

² Perfiles Ecológicos de Combustibles. Umwelt – Materialien Nr 104 Luft Ökopprofile von Treibstoffen, Buwal

Tabla N° 17: Toxicidad de las Emisiones Contaminantes por Fuentes Móviles

Variable	CONTAMINANTES				
	PTS	SO ₂	NO _x	CO	COV
Emisión (t/año)	139	495	1807	8962	1413
Factor	4.3	4	1	0.26	2
Producto	597.7	1 980	1 807	2 330.12	2 826

Gráfico N° 9: Emisiones de FF y FM multiplicado por el factor de toxicidad



Al evaluar las Fuentes Móviles, se observa que si se controlara las emisiones de CO y COV's en los vehículos, sería significativo el impacto en la reducción de emisiones de los contaminantes mencionados.

De otro lado, evaluando las Fuentes Fijas, una reducción en material particulado proveniente de los Molineros de arroz significaría una contribución enorme al mantenimiento del aire limpio en la cuenca atmosférica de Chiclayo. Existen otros tipos de fuentes de emisión del material particulado como las fuentes naturales, que en nuestro caso consiste en el arrastre de partículas por acción de los fuertes vientos provenientes del desierto de la zona Sur de la Ciudad de Chiclayo.

2.2 Resultados e Interpretación del Estado de la calidad de aire

2.2.1 Resultados de los Monitoreos de la Calidad de aire

En Chiclayo se ejecutaron dos monitoreos de la Calidad del Aire, el primero en Abril 2002 y el segundo en Noviembre 2003. Estos estudios estuvieron a cargo de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y fueron realizados con equipos de la misma Dirección.

En ambos casos se ubicaron 4 estaciones de monitoreo, en los siguientes lugares:

Tabla N° 18: Ubicación de las estaciones de monitoreo

CODIGO	LUGAR	DIRECCION	DISTRITO
Abril 2002			
E – 1	Centro de Salud. José Leonardo Ortiz	Intersección del Jr. Junín y Jr. Sta. Marta	Leonardo Ortiz
E – 2	Servicio Nacional de Metereologia e Hidrologia - SENAMHI	Calle La Gloria N° 136 Urb. Libertadores	Chiclayo
E – 3	DESA – Chiclayo	Jr. Manuel Suárez N° 126	Chiclayo
E – 4	Centro de Idiomas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – UNPRG	Intersección de la Av. Manuel Balta y Av. Bolognesi	Chiclayo
Noviembre 2003			
E – 1	Centro de Salud. José Leonardo Ortiz	Intersección del Jr. Junín y Jr. Sta. Marta	Leonardo Ortiz
E – 2	Dirección Ejecutiva “Proyecto Especial Olmos-Tinajones” (DEPOLTI)	Calle Las Violetas N° 136	Chiclayo
E – 3	DESA – Chiclayo	Calle Manuel Suárez N° 126	Chiclayo
E – 4	Centro de Idiomas de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo – UNPRG	Intersección de la Av. Manuel Balta y Av. Bolognesi	Chiclayo

2.2.1.1 Primer Monitoreo de Calidad de Aire

La primera evaluación de la Calidad del Aire de la Ciudad de Chiclayo se realizó del día 17 al 26 de Abril de 2002. Dicha evaluación comprendió los distritos de Chiclayo, La Victoria y José Leonardo Ortiz.

Para dicha evaluación se seleccionaron 4 estaciones fijas de muestreo, en donde se instalaron equipos activos de Alto Volumen y Bajo Volumen para el muestreo de partículas totales en suspensión (PTS) y partículas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$) respectivamente; para la obtención de partículas menores a 10 micras (PM_{10}) se instaló un equipo automático en una de las estaciones de monitoreo. También, se instaló sistemas de muestreo para la determinación de Dióxido de Azufre (SO_2) y Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en el ambiente. Los metales pesados en el aire fueron determinados a partir de la muestra de partículas totales en suspensión (PTS). Adicionalmente se realizaron mediciones de partículas sedimentables (PS) y meteorología.

Para la ejecución del monitoreo atmosférico, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), realizó las coordinaciones necesarias con la Dirección de Salud Ambiental de Chiclayo, los representantes del GESTA Zonal de Chiclayo y con las siguientes instituciones y vivienda: Centro de Salud Leonardo Ortiz, SENAMHI – Chiclayo, DESA – Chiclayo, Centro de Idiomas-Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Centro de Salud Atusparia, Centro de Salud José Quiñónez, Vivienda ubicada en la Urb. La Pradera Mz H, Lote 5, Centro de Salud La Victoria - Sector I, Centro de Salud La Victoria - Sector II.

Tabla N° 19: Ubicación de las estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad de aire

Código	Lugar	Dirección	Distrito
E – 1	C.S. José Leonardo Ortiz	Intersección del Jr. Junín y Jr. Sta. Marta	Leonardo Ortiz
E – 2	SENAMHI	Calle la Gloria N° 191	Chiclayo
E – 3	DESA – Chiclayo	Jr. Manuel Suárez N° 126	Chiclayo
E – 4	Centro de Idiomas de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo – UNPRG	Intersección de la Av. Manuel Balta y Av. Bolognesi	Chiclayo

Fuente: 1° MCA-DIGESA Chiclayo

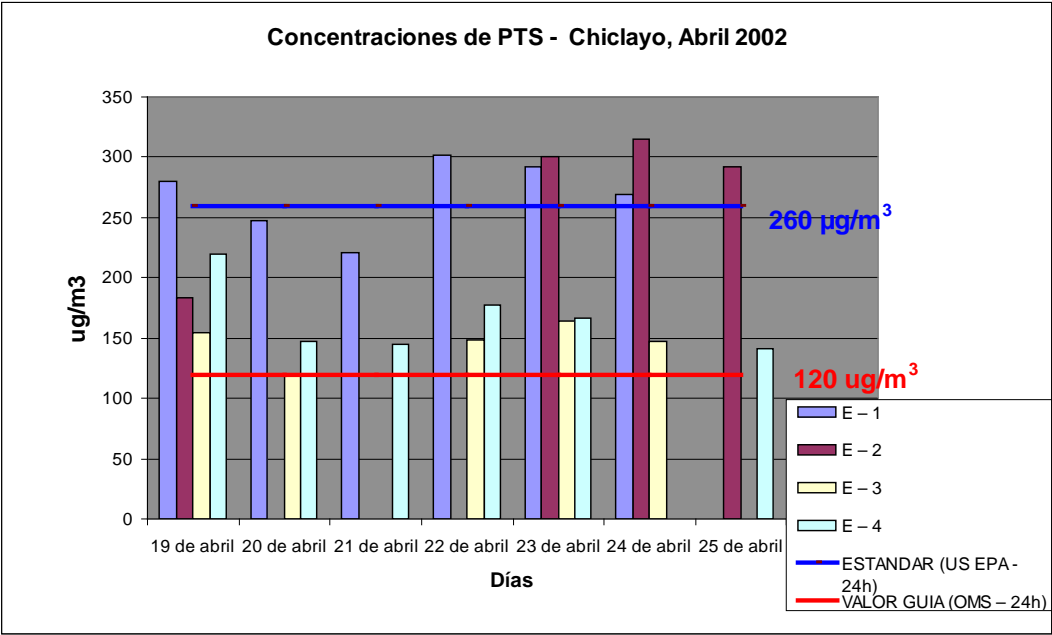
**En las estaciones de muestreo E-1, E-2, E-3 y E-4, ubicadas en los Distritos de Chiclayo y José Leonardo Ortiz, se instalaron equipos de medición de gases y partículas, mientras que en 5 estaciones más sólo se instalaron dispositivos de colección de material sedimentable.

Las **Partículas totales en suspensión (PTS)** determinadas en las estaciones de muestreo localizadas en la Ciudad de Chiclayo, se puede apreciar que dichas concentraciones se encuentran oscilando entre $119.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $315.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El menor valor se determinó en la estación de muestreo E-3 (DESA - Chiclayo) y la mayor concentración se obtuvo en la

estación de muestreo E-2 (SENAMHI). La concentración promedio de Partículas Totales en Suspensión (PTS) obtenida en la estación de muestreo E-1 (C.S. José Leonardo Ortiz), fue la más alta con relación a la concentración promedio obtenida en las demás estaciones de muestreo.

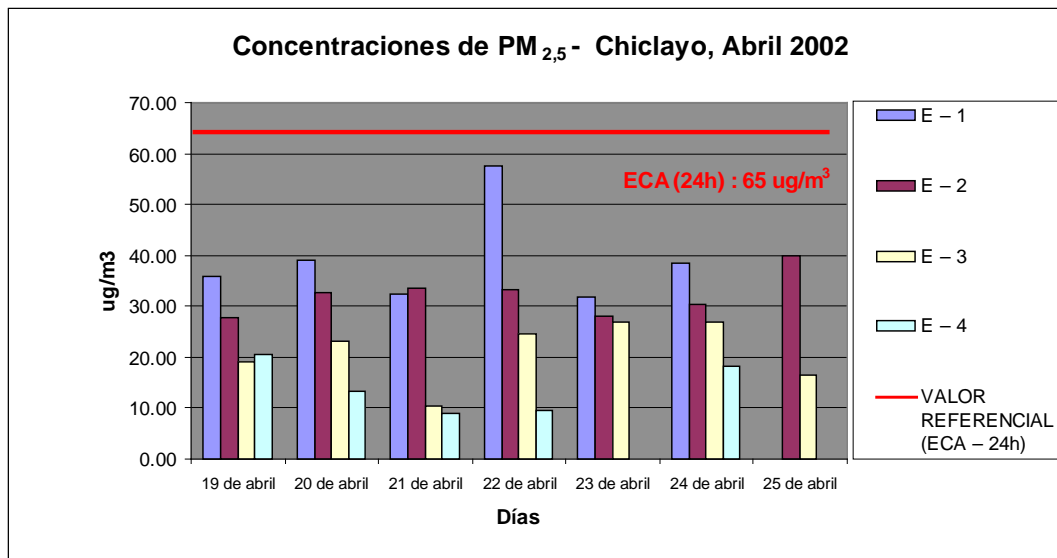
Si comparamos todos los valores obtenidos con el estándar de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, se aprecia que el promedio, así como la mayoría de resultados obtenidos en las estaciones de muestreo E-1 (C.S. José Leonardo Ortiz) y E-2 (SENAMHI) están excediendo el referido estándar. El valor máximo de $315.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, detectado en la estación de muestreo E-2, en el cual se excede el estándar de la EPA en 21.37%.

Gráfico N° 10: Concentraciones de PTS – Primer monitoreo de calidad de aire



Con relación a las **Partículas menores a 2.5 micras (PM2.5)**, la menor concentración (valor individual y valor promedio) de Partículas Menores a 2.5 Micras ($\text{PM}_{2.5}$) se obtuvo en la estación de muestreo E-4 (Centro de Idiomas - UNPRG), mientras que la mayor concentración (valor individual y valor promedio) se halló en la estación de muestreo E-1 (C.S. José Leonardo Ortiz). Comparando los valores obtenidos con el Valor Referencial de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, se puede apreciar que ninguno de los valores determinados en las estaciones de muestreo excede el mencionado estándar.

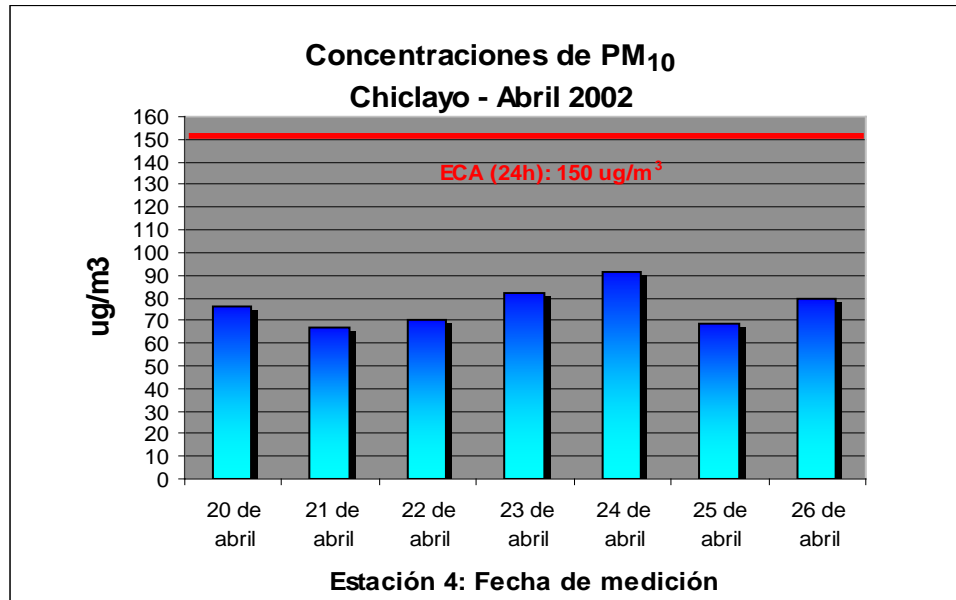
Gráfico N° 11: Concentraciones de PM_{2,5} – Primer monitoreo de calidad de aire



Sobre las **Partículas menores a 10 micras (PM₁₀)** obtenidas en la estación de monitoreo E-4 (Centro de Idiomas-UNPRG), ubicada en la intersección de la Av. Bolognesi y Av. Balta; las concentraciones promedio diarias se encuentran entre 67.05 ug/m³ y 91.37 ug/m³, determinándose el menor valor el día 21 de Abril y el mayor valor el día 24 de Abril. Comparando los valores diarios y promedio con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire de 150 ug/m³ para 24 horas, se tiene que todos los valores obtenidos están por debajo del referido estándar.

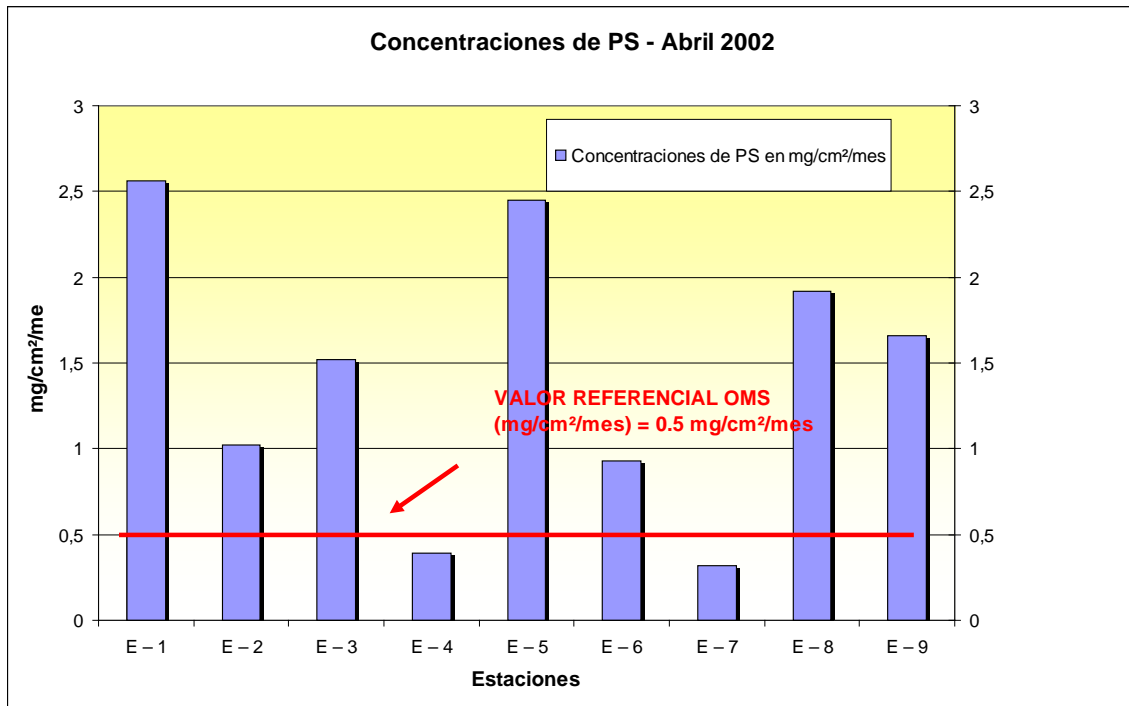
En general, se registra un incremento en las concentraciones de PM₁₀ a partir de las 07:00 horas hasta las 10:30 horas. Las concentraciones más altas se registraron en horas de la mañana alrededor de las 08:30 horas hasta las 11:00 horas. La concentración pico máxima de 205.4 ug/m³ se determinó el día 24 de Abril.

Gráfico N° 12: Concentraciones de PM₁₀ – Primer monitoreo de calidad de aire



Las concentraciones de **Partículas Sedimentable (PS)**, más altas fueron obtenidas en las estaciones de muestreo E-1 (C.S. José Leonardo Ortiz) y E-5 (C.S. Atusparia), ambas localizadas en la zona norte de la Ciudad de Chiclayo. Los valores más bajos se determinaron en las estaciones de muestreo E-7 (Vivienda – Urb. La Pradera) y (Centro de Idiomas - UNPRG), ubicados respectivamente en la zona Oeste y Centro de la Ciudad de Chiclayo. Comparando los valores obtenidos con el valor referencial de la OMS de 0.5 mg/cm²/mes, se puede apreciar que el 78% de los valores obtenidos están por encima de dicho valor referencial.

Gráfico N° 13: Concentraciones de PS – Primer monitoreo de calidad de aire



Las concentraciones de **Dióxido de Azufre (SO₂)** determinadas en las estaciones de muestreo ubicadas en la Ciudad de Chiclayo fluctúan entre 4.3 µg/m³ y 32.51 µg/m³. El menor valor se determinó en la estación de muestreo ubicada en el local de SENAMHI (E-2) y el mayor valor se obtuvo en la estación de muestreo ubicada en la DESA – Chiclayo. La concentración promedio por estación tuvo el mismo comportamiento que los valores unitarios. Tanto el promedio por estación, como los valores individuales de Dióxido de Azufre (SO₂) determinados en las estaciones de muestreo, consideradas en el presente estudio, están **muy por debajo del Estándar de Calidad Ambiental del Aire (ECA)** de 365 µg/m³ para 24 horas y del Valor Guía de la Organización Mundial de la salud (OMS) de 125 µg/m³ para 24 horas.

Los valores de **Dióxido de Nitrógeno (NO₂)**, obtenidos en el presente estudio oscilan entre 7.37 µg/m³ y 20.93 µg/m³. El valor mínimo se registró en la estación de muestreo E-2 (SENAMHI) y el valor máximo se registró en la estación de muestreo E-1 (C.S. Leonardo Ortiz). Las concentraciones promedio mínima y máxima por estación de muestreo tuvo el mismo comportamiento. Todos los valores obtenidos, así como los promedios por estación de NO₂, detectados en las estaciones de muestreo seleccionadas en el presente estudio, están **por debajo del Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS)** de 150 µg/m³ para 24 horas.

El **Plomo (Pb)** registró la concentración más elevada en la estación de muestreo E-4 (Centro de Idiomas – UNPRG) ubicada en la intersección de la Av. Bolognesi y Av. Balta, mientras que la concentración más baja fue en la estación de muestreo E-2 (SENAMHI). Las concentraciones promedio por estación de muestreo tuvieron el mismo comportamiento, es decir el valor más alto se determinó en E-4 y el valor más bajo en E-2. Si los valores de plomo obtenidos en las estaciones de muestreo durante el periodo de estudio se mantuvieran de manera similar durante el mes y a lo largo del año, las concentraciones promedio mensual y anual estarían, respectivamente, **por debajo** del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio mensual y del Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual.

Los **Metales Pesados en PTS**, las más altas concentraciones promedio de Manganeso y Hierro en PTS, con respecto a las demás estaciones de muestreo, se determinaron en la estación de muestreo ubicado en el local de SENAMHI (E-2). En cuanto al Cobre y Zinc, las concentraciones promedio más altas se determinaron en E-3 (DESA-Chiclayo) y en E-1 (C.S. José Leonardo Ortiz), respectivamente.

2.2.1.2 Segundo Monitoreo de Calidad de Aire

El segundo monitoreo de evaluación de la Calidad del Aire de la Ciudad de Chiclayo se realizó del día 11 al 17 de Noviembre de 2003. Dicha evaluación comprendió los distritos de Chiclayo, La Victoria y José Leonardo Ortiz.

La Dirección General de Salud Ambiental DIGESA, realizó las coordinaciones necesarias con la Dirección de Salud Ambiental de Chiclayo, los representantes del GESTA Zonal de Chiclayo y con las siguientes instituciones y vivienda: Centro de Salud Leonardo Ortiz, Dirección Ejecutiva “Proyecto Especial Olmos-Tinajones” (DEPOLTI), DESA – Chiclayo, y Centro de Idiomas-Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Para esta evaluación se seleccionaron 4 estaciones fijas de muestreo, ver tabla siguiente:

Tabla N° 20: Ubicación de estaciones para el 2° Monitoreo de Calidad de Aire

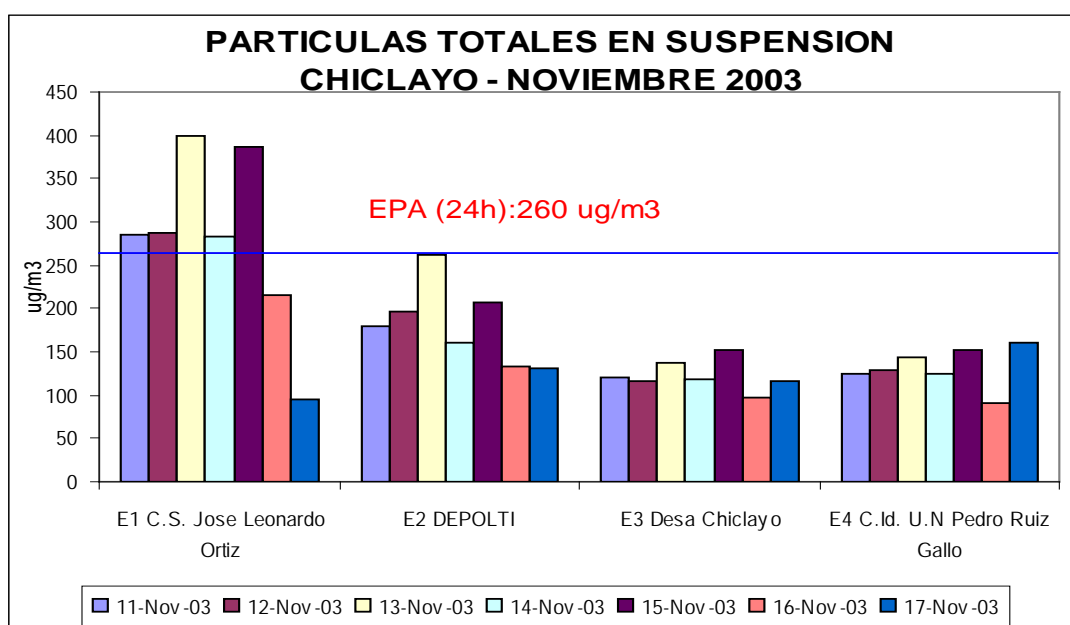
Código	Lugar	Dirección	Distrito
E – 1	C.S. José Leonardo Ortiz	Intersección del Jr. Junín y Jr. Sta. Marta	Leonardo Ortiz
E – 2	Dirección Ejecutiva “Proyecto Especial Olmos-Tinajones” (DEPOLTI)	Calle Las Violetas N° 136	Chiclayo

Código	Lugar	Dirección	Distrito
E – 3	DESA – Chiclayo	Jr. Manuel Suárez N° 126	Chiclayo
E – 4	Centro de Idiomas de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo – UNPRG	Intersección de la Av. Manuel Balta y Av. Bolognesi	Chiclayo

Fuente: 2° MCA - DIGESA Chiclayo

Las **Partículas Totales en Suspensión (PTS)** determinadas en las estaciones de muestreo, se puede apreciar que dichas concentraciones se encuentran oscilando entre $90.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $398.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El menor valor se determinó en la estación de muestreo E-3 (Centro de Idiomas de la Universidad Pedro Ruiz Gallo) y la mayor concentración se obtuvo en la estación de muestreo E-1 (Centro de Salud José Leonardo Ortiz). La concentración promedio de PTS obtenida en la estación de muestreo E-1 (C.S. José Leonardo Ortiz) fue la más alta con relación a la concentración promedio obtenida en las demás estaciones de muestreo. Si comparamos todos los valores obtenidos con el estándar de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, se aprecia que el promedio, así como la mayoría de resultados obtenidos en las estaciones de muestreo E-1 (C.S. José Leonardo Ortiz) están excediendo el referido estándar (**ver Gráfico N° 14**).

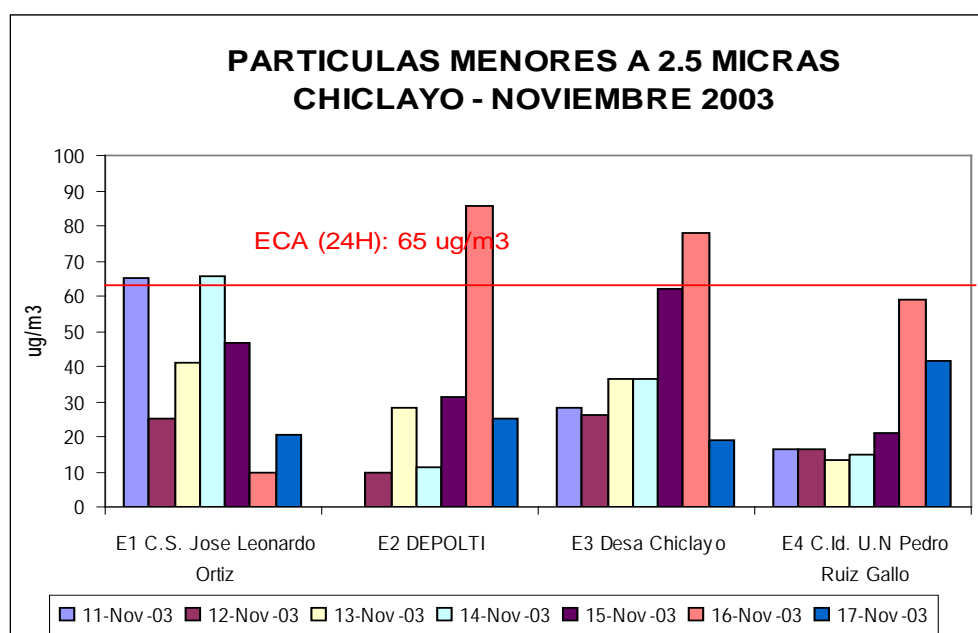
Gráfico N° 14: Concentraciones de PTS – Segundo monitoreo de calidad de aire



La menor concentración individual de **Partículas Menores a 2.5 Micras (PM_{2.5})** se obtuvo en la estación de muestreo E-1 (C.S. José Leonardo Ortiz), mientras que la mayor concentración individual se halló en la estación de muestreo E-2 (DEPOLTI).

Los promedios por estación muestran un valor mínimo para la estación E-2 y máximo para la estación E-3. Comparando los valores obtenidos con el Valor Referencial de 65 µg/m³ para 24 horas, se puede apreciar que las estaciones E-1, E-2, E-3 exceden en un solo día cada estación el mencionado estándar. Todos los demás valores están por debajo del estándar (*ver Gráfico N° 15*).

Gráfico N° 15: Concentraciones de (PM_{2.5}) – Segundo monitoreo de Calidad de aire



Las concentraciones unitarias de **Dióxido de Azufre (SO₂)** determinadas en las estaciones de muestreo ubicadas en la Ciudad de Chiclayo fluctúan entre 2.18 µg/m³ y 38.38 µg/m³. El menor y mayor valor se determinó en la estación de muestreo ubicada en el local del Centro de Salud José Leonardo Ortiz. La concentración promedio más baja por estación se registró en la estación E-3 mientras que la concentración promedio más alta fue en la estación E-4. Tanto el promedio por estación, como los valores individuales de Dióxido de Azufre (SO₂) determinados en las estaciones de muestreo, están **muy por debajo** del Estándar de Calidad Ambiental del Aire (ECA) de 365 µg/m³ para 24 horas y del Valor Guía de la Organización Mundial de la salud (OMS) de 125 µg/m³ para 24 horas

Los valores de **Dióxido de Nitrógeno (NO₂)** obtenidos en este monitoreo oscilan entre 0.96 µg/m³ y 2.04 µg/m³. El valor mínimo se registró en la estación de muestreo E-2 (DEPOLTI) y

el valor máximo se registró en la estación de muestreo E-3 (DESA Chiclayo). Las concentraciones promedio mínima y máxima por estación de muestreo tuvo el mismo comportamiento. Todos los valores obtenidos, así como los promedios por estación de NO_2 , detectados en las estaciones de muestreo seleccionadas, están **por debajo** del Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas. No se cuenta con Estándar de Calidad Ambiental del Aire (ECA) para periodos de 24 horas.

Los valores de **Plomo (Pb)** hallados en las distintas estaciones presentan concentraciones bajas. Si los valores de plomo obtenidos en las estaciones de muestreo durante el periodo de monitoreo se mantuvieran de manera similar durante el mes y a lo largo del año, las concentraciones promedio mensual y anual estarían, respectivamente, por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio mensual y del Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual.

Sobre los **Metales Pesados en PTS**, las más altas concentraciones promedio de Hierro en PTS, con respecto a las demás estaciones de muestreo, se determinaron en la estación de muestreo ubicado en el local del Centro de Salud José Leonardo Ortiz. En cuanto al Cobre y Cromo, Manganeseo las concentraciones se mantienen uniformes en sus cuatro estaciones, siendo sus valores relativamente bajos.

2.2.2 Conclusiones de los monitoreos de la calidad de aire

De los resultados obtenidos en la presente evaluación se puede concluir que el principal problema de contaminación atmosférica en la Ciudad de Chiclayo, se debe al material particulado, siendo el de mayor importancia el PTS, el PS y en menor grado $\text{PM}_{2.5}$.

En general, la dirección del viento predominante en la Ciudad de Chiclayo durante los periodos de los estudios realizado fue de Sur a Norte, en consecuencia las emisiones generadas al Sur de la Ciudad de Chiclayo se propagaron por acción del viento hacia la zona Norte de la Ciudad, como es el caso del distrito de José Leonardo Ortiz (localizado en la zona Norte de la Ciudad de Chiclayo), donde se obtuvieron los valores más altos de material particulado en suspensión.

- Los resultados obtenidos en **la primera evaluación** de la calidad del aire realizada del 17 al 26 de Abril de 2002 representan puntualmente el estado de la Calidad del Aire de la Ciudad de Chiclayo en dicho período y constituye para fines de los Estudios de Línea Base para el correspondiente a la temporada de verano, no obstante de ser inicio de la temporada de otoño.

- En cuanto a material particulado en suspensión y sedimentable evaluados en el presente estudio, se pudo apreciar que los más altos valores de Partículas Totales en Suspensión (PTS), Partículas Menores a 2.5 Micras ($PM_{2.5}$), y partículas Sedimentables (PS) se encontraron en la estación de muestreo ubicada en el C.S. José Leonardo Ortiz, el cual se localiza en la zona norte de la Ciudad de Chiclayo y que debido a la dirección del viento predominante de la zona (Sur a Norte), concentra las partículas provenientes de la zona Sur en la zona Norte de dicha Ciudad. El promedio de resultados de PTS por estación supera el Estándar de la Agencia de Protección Ambiental EPA en 2 estaciones de monitoreo.
- En el caso de $PM_{2.5}$, todos los valores hallados, inclusive el promedio por estación, están por debajo del Valor Referencial. La estación de muestreo ubicada en el Distrito de José Leonardo Ortiz presentó los valores más elevados de $PM_{2.5}$.
- En cuanto a Partículas Menores a 10 Micras (PM_{10}), las concentraciones promedio de 24 horas, registrados en el Centro de Idiomas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, están por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire para dicho contaminante. La concentración horaria de PM_{10} durante el día presentó los mayores incrementos en horas de la mañana, los cuales están comprendidos entre las 08:30 horas y 11:00 horas.
- Las concentraciones de los contaminantes gaseosos, tales como Dióxido de Azufre (SO_2) y Dióxido de Nitrógeno (NO_2) se encontraron más bajos en la estación de muestreo E-2 (SENAMHI). Los valores obtenidos de SO_2 y NO_2 están muy por debajo de su respectivo Estándar ó Valor Guía empleado, no significando un riesgo para la salud de las personas que residen en la Ciudad de Chiclayo por estos contaminantes gaseosos.
- Los valores más elevados de plomo se determinaron en las estaciones de muestreo localizadas en E-3 y E-4, ubicadas respectivamente en la DESA-Chiclayo y en el Centro de Idiomas (UNPRG), ambas estaciones de muestreo se encuentran en el Cercado de la ciudad de Chiclayo, lugar donde el tránsito vehicular es más crítico. Si las concentraciones de plomo se mantienen a lo largo del mes y del año, los promedios mensual y anual de plomo estarían por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire como promedio mensual y del valor Guía de la organización Mundial de la Salud como promedio anual, respectivamente. En cuanto a los demás metales pesados, las más altas concentraciones obtenidas no se

presentaron en una sola estación de muestreo, sino en algunas predominó el Manganeso y Hierro, y en otras predominó el Cobre y Zinc.

- Los resultados obtenidos en **la segunda evaluación** de la calidad del aire realizada del 11 al 18 de Noviembre de 2003 representan puntualmente el estado de la Calidad del Aire de la Ciudad de Chiclayo en dicho período y constituye para fines de los Estudios de Línea Base para el correspondiente a la temporada de invierno.
- En cuanto a material particulado en suspensión evaluado en el presente estudio, se pudo apreciar que los más altos valores de Partículas Totales en Suspensión (PTS), se encontraron en la estación de muestreo ubicada en el C.S. José Leonardo Ortiz, el cual se localiza en la zona norte de la Ciudad de Chiclayo y que debido a la dirección del viento predominante de la zona (Sur a Norte), concentra las partículas provenientes de la zona Sur en la zona Norte de dicha Ciudad. El promedio de resultados de PTS por estación supera el Estándar de la Agencia de Protección Ambiental EPA en 2 estaciones de monitoreo.
- En el caso de $PM_{2.5}$, los más altos valores promedio se hallaron en el C.S. José Leonardo Ortiz y DESA Chiclayo, algunos de los promedios por estación están por encima del Valor Referencial.
- Los valores obtenidos de SO_2 y NO_2 están muy por debajo de su respectivo Estándar ó Valor Guía empleado, no significando un riesgo para la salud de las personas que residen en la Ciudad de Chiclayo por estos contaminantes gaseosos.
- Los valores de plomo están por debajo de los estándares nacionales en todas las estaciones monitoreadas. Estos valores se encuentran por debajo del límite de detección del equipo de análisis. Si las concentraciones de plomo se mantienen a lo largo del mes y del año, los promedios mensual y anual estarían por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire como promedio mensual y del valor Guía de la organización Mundial de la Salud como promedio anual, respectivamente. En cuanto a los demás metales pesados, las concentraciones obtenidas se mantuvieron uniformes en las 4 estaciones a excepción del Hierro que mostró valores ligeramente más altos en la estación E-1.

2.3 Impacto social y en la salud

2.3.1 Descripción de los principales impactos de la contaminación del aire en la salud

El Ministerio de Salud, presentó el informe final del estudio epidemiológico de línea de base “Prevalencia de enfermedades respiratorias en niños escolares de 3 a 14 años y factores asociados a la calidad del aire en el ámbito de la cuenca atmosférica de la ciudad Metropolitana de Chiclayo”, realizado entre los meses de noviembre del 2002 a febrero del 2003 en tres distritos (José L. Ortiz, La Victoria y Chiclayo) circunscritos dentro de la cuenca atmosférica de la ciudad metropolitana de Chiclayo. La población objeto de estudio asignada fueron de 1 553 niños en edad escolar de 3 a 14 años procedentes de 94 centros educativos distribuidos en los tres estratos de exposición a fuentes de contaminación ambiental del aire. Se logro encuestar al 92%. Al final, se obtuvieron la participación de 1 421 alumnos de la muestra asignada.

Tabla N° 21: Población escolar encuestada por estratos

Estratos	Población Escolar		Muestra seleccionada	
	UPM Colegios	USM Escolares	UPM Colegios	USM Escolares
I	114	49 868	60	855
II	35	26 364	18	452
III	31	14 331	16	246
TOTAL	180	90 553	94	1 553

Fuente: Estudio Epidemiológico

Se consideró tres estratos de contaminación del aire de acuerdo a las fuentes fijas, móviles y naturales que puedan contaminar el aire. Se estratificó con el fin de estimar las prevalencias por estrato de las enfermedades respiratorias estudiadas y la exposición de los escolares a estas fuentes de contaminación del aire en las áreas de estudio, considerándose tres estratos. Los criterios para cada uno de los estratos se muestran en la **Tabla N° 22**.

Tabla N° 22: Clasificación de colegios, según cercanía a las fuentes emisoras

Estrato I: Alto riesgo	Estrato II: mediano o moderado riesgo	Estrato III: Bajo Riesgo o menor contaminación
<p><i>Ubicación de los centros educativos cercanos a cualquiera de los siguientes puntos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Grandes industrias (distanciados entre 500 m y 2 km o menos) -Vías con mayor tránsito vehicular (movimiento comercial, vías de carretera, avenidas principales doble carril con afluentes, avenidas principales y con flujo mayor de 30 vehículos por minuto). -Zonas áridas (lugares sin vías de asfalto) y sin áreas verdes. 	<p><i>Ubicación de los centros educativos cercanos a cualquiera de los siguientes puntos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Medianas/ pequeñas industrias (distanciados entre 200 a 500 m o menos) -Vías con moderado tránsito vehicular (calles, jirones, con flujo mayor de 10 vehículos por minuto). -Lugares con algunas vías de asfalto y sin áreas verdes. 	<p><i>Ubicación de los centros educativos cercanos a cualquiera de los siguientes puntos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Zonas residenciales (suburbanas). -Actividad comercial (ubicado a menor de 200 metros) -Vías con escaso tránsito vehicular (flujo menor de 10 vehículos por minuto) -Vías con asfalto y presencia de áreas verdes.

Fuente: Estudio de Prevalencia de ERA –DIGESA

Las enfermedades analizadas en el presente estudio fueron:

- **Rinitis alérgica:** Presencia de por lo menos un episodio en los últimos 12 meses de rinorrea y lagrimeo ocular en ausencia de fiebre y gripe.
- **Faringitis:** 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 por algún 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 (al menos un episodio) en los últimos doce meses o además tener antecedente de haber sido diagnosticado de asma por el médico en algún momento de la vida.
- **Síntomas sugestivos de asma:** presencia de por lo menos uno de los siguientes síntomas: disnea, opresión o dolor torácico, tos persistente nocturna y sibilancia.

Para efectos operacionales del presente informe se considera únicamente el síntoma sibilancia por ser el más comúnmente asociado al asma.

- **Otras enfermedades respiratorias:** reporte de otra enfermedad respiratoria no consignada específicamente en el presente cuestionario utilizado o del cual los padres no identifican específicamente como asma, rinitis alérgica o faringitis. Estas pueden incluir por ejemplo EPOC, bronquitis crónica, casos de asma infantil no diagnosticados apropiadamente (por ejemplo que el médico utilizó sinonimia de asma).

2.3.2 Interpretación de los resultados

La **Tabla N° 23** muestra las características demográficas de los escolares participantes en el estudio. En el estrato II casi el 60% son de sexo masculino, mientras en el estrato III la mayoría son mujeres. El grupo de edad de 3-9 años predomina en el estrato I, siendo menor en el estrato III.

En cuanto al grado de instrucción apreciamos que el mayor porcentaje corresponde al nivel de educación primaria en los estratos I y II, mientras que en el estrato III predomina el nivel de educación secundaria. El mayor porcentaje de escolares en los tres estratos estudia en el turno de la mañana.

El 88% de los niños (1 231 casos) refieren haber nacido en el área urbana; siendo ligeramente mayor en el estrato II. En relación con la lactancia materna, el porcentaje es ligeramente mayor en el estrato I, no encontrándose diferencias significativas entre los tres estratos.

En cuanto a permanencia del escolar en la vivienda, se encontró que permanecen dentro de la vivienda un tiempo promedio de 17,8 horas, y permaneciendo en el colegio un promedio de 5,7 horas.

Tabla N° 23: Características de los escolares participantes según estratos de exposición

Características	Exposición a fuentes de contaminantes del aire			Total
	Estrato I	Estrato II	Estrato III	
Sexo				
Masculino	350	216	81	647
Femenino	502	149	123	774

Características	Exposición a fuentes de contaminantes del aire			Total
	Estrato I	Estrato II	Estrato III	
Grupos de edad				
3-9 años	495	219	65	779
10-14 años	357	146	139	642
Grado de instrucción				
Inicial	65	23	17	105
Primaria	642	282	83	1007
Secundaria	145	60	104	309
Turno				
Mañana	653	227	156	1036
Tarde	188	138	48	374
Lactancia materna (precedente)				
SI	780	345	191	1316
NO	43	12	8	63
Lugar de Nacimiento				
Área urbana	701	343	187	1231
Área rural	135	16	14	165

El 10,2% de los niños que estudian en colegios ubicados en áreas de alta exposición a fuentes contaminantes del ambiente (estrato I), viven en áreas de menor exposición ambiental (estrato III). Por otra parte, el 45,2% de los niños que estudian en un colegio ubicado en áreas de menor contaminación aérea (estrato III), viven sin embargo en áreas de mayor exposición de contaminación del aire (estrato I). Solo 17% de niños estudian y viven en áreas de menor exposición de contaminación del aire. En resumen, el 62% de escolares viven en el estrato I (mayor exposición de contaminación ambiental del aire), el 31,3% vive en el estrato II y un 16,9% en el estrato III (ver **Tabla N° 24**).

Tabla N° 24: Proporción de escolares por estratos de estudio y ubicación de sus viviendas - Chiclayo

Variable	N° de alumnos del Estrato I	N° de alumnos del Estrato II	N° de alumnos del Estrato III	Total
Viviendas ubicadas en Estrato I	520 (61,9%)	203 (56,7%)	91 (45,3%)	814

Variable	N° de alumnos del Estrato I	N° de alumnos del Estrato II	N° de alumnos del Estrato III	Total
Viviendas ubicadas en Estrato II	234 (27,86%)	112 (31,28%)	76 (37,8%)	422
Viviendas ubicadas en Estrato III	86 (18,24%)	43 (12,01%)	34 (16,9%)	163
TOTAL	840	358	201	1 399

Prevalencia de Enfermedades:

El estudio realizado en la cuenca atmosférica de la ciudad metropolitana de Chiclayo muestra una elevada prevalencia de enfermedades respiratorias crónicas (asma, rinitis, faringitis y otras enfermedades respiratorias) en el grupo de edad de 3 a 14 años, así como también en todos los estratos de exposición a fuentes contaminantes del aire:

- Rinitis alérgica: 21,7%;
- Faringitis: 22,9%;
- Asma Acumulado: 9,6%,
- Asma diagnosticado por médico: 11,8%
- Asma actual: 8,7% y
- Otras enfermedades respiratorias: 36%.

En cuanto a la rinitis alérgica, los problemas nasales sin gripe, sin fiebre y los problemas oculares, la prevalencia muestra ser ligeramente mayor en el estrato III y en cuanto a los síntomas de la faringitis (dolor, picazón de garganta, ronquera y pérdida de voz) el mayor porcentaje se encontró en el estrato I (53%).

En relación a los síntomas de severidad de asma, los niños escolares del estrato II requirió mayor atención de emergencia por presentar sibilancia (45,6%) en comparación a los otros estratos (I y II). Así como también con respecto al tratamiento de asma se encontró mayor uso de broncodilatadores en el estrato III (57,6%) y mayor frecuencia de uso de antibióticos en el estrato I (52,5%).

Se encontró una prevalencia de ausentismo escolar de 44% por presentar sibilancia, siendo ésta mayor en el estrato II (48%).

La mayor proporción (61,9% y 31,2%) de los escolares que estudian en estratos de mayor y moderada exposición a fuentes contaminantes del aire (I y II), viven en zonas de estrato de

riesgo ambiental I y II, con lo que los riesgos de padecer enfermedades respiratorias crónicas se incrementa por los factores ambientales intra y extra-domiciliarios.

La prevalencia de enfermedades respiratorias crónicas es muy elevada en esta ciudad. En el caso de faringitis y rinitis, éstas llegan a 23% y 22%, respectivamente. En cuanto a asma con diagnóstico médico y asma actual con sibilancia, las prevalencias fueron de 11,8% y 8,7%, respectivamente. La prevalencia de otras enfermedades respiratorias (resfrío común, bronquitis, etc.) también fue elevada con 36%.

La **Tabla N° 25** muestra la prevalencia de enfermedades respiratorias según estratos de exposición a fuentes contaminantes del aire. Se observa que la prevalencia de faringitis es mayor en el estrato I y disminuye conforme avanza los estratos; en tanto la rinitis alérgica tiene mayor prevalencia en el estrato III, seguido de los estratos I y II (23% y 19%, respectivamente). El asma con diagnóstico médico y asma actual tiene mayor prevalencia en el estrato II.

Tabla N° 25: Prevalencia de Asma, Rinitis alérgica y Faringitis por estratos

Enfermedades respiratorias	Estrato I		Estrato II		Estrato III	
	n	%	n	%	n	%
Farinitis	210	24.64	83	22.74	35	17.16
Rinitis Alérgica	163	22.65	69	18.9	54	26.47
Asma acumulada	71	8.33	42	11.51	18	8.82
Asma diagnóstico médico	91	10.68	29	13.43	44	11.76
Asma actual	62	7.28	40	10.96	16	7.84
Otras enfermedades respiratorias	350	41.08	127	34.79	42	20.59

2.4 Problemática de la contaminación de aire en la cuenca atmosférica de Chiclayo

Desde el punto de vista de los resultados de los inventarios hechos en la Cuenca Atmosférica de Chiclayo, existen dos situaciones concretas respecto a la calidad del aire. En primer lugar, en el caso de las **Fuentes Móviles**, son éstas las que generan las mayores emisiones de Dióxido de Azufre (87 %), Monóxido de Carbono (98 %), Óxidos de Nitrógeno (99 %) y Compuestos Orgánicos Volátiles (80 %), mientras que las **Fuentes Fijas** se constituyen como las mayores emisoras de material particulado (PTS) con 97%.

Es preciso señalar que la mayor cantidad de CO y COV, en lo que se refiere a Fuentes Móviles, es emitido por los autos particulares y los autos de servicio público (70% del CO y 57% del COV, entre los dos tipos de vehículos), y relacionado al contaminante PTS son los vehículos a Diesel que emiten la mayor cantidad de este parámetro (76%).

El inventario de las **Fuentes Fijas Puntuales** señala que el SO₂ es el contaminante más emitido de este tipo de fuente, y más de un 66% de su emisión proviene de Calderas y un 33% de la Central Térmica. Estas fuentes a su vez son responsables de la mayor cantidad de NO_x.

El inventario de las **Fuentes Fijas de Área** indica que PTS y PM₁₀, COV, y CO, son los contaminantes más emitidos de estas fuentes, mientras que en un análisis desde el punto de vista de las fuentes de área, los molinos de arroz son los que en comparación a las demás fuentes, emiten la mayor cantidad de contaminantes PTS y PM₁₀.

Al respecto, para señalar cual de los contaminantes es el que más daño podría ocasionar en la salud de la población del área de influencia de la cuenca atmosférica, no se puede tomar en cuenta sólo la cantidad de las emisiones, sino el grado de toxicidad, sobre todo en el caso de los contaminantes analizados que presentan distintos niveles de toxicidad y ocasionan diferentes efectos sobre la salud de las personas:

- En las fuentes móviles, el orden de las emisiones de mayor a menor toxicidad sería el siguiente: en primer lugar **COV**, segundo lugar el CO, seguido por SO₂, NO_x y PTS, respectivamente.
- En las fuentes fijas el orden de toxicidad (también de mayor a menor) es en primer lugar **PTS**, en segundo lugar COV, en tercer lugar SO₂, seguidos por CO y NO_x.

Estos resultados podrían servir para orientar una propuesta de medidas relacionadas con las investigaciones médicas respecto a los impactos de la contaminación del aire en la salud de la población.

En el **primer monitoreo** de la calidad del aire en la cuenca atmosférica de la ciudad de Chiclayo se tomaron en cuenta los contaminantes PS, PTS, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂, y Metales pesados en PTS, y en el **segundo monitoreo** se monitorearon PTS, PM_{2.5}, SO₂, NO₂, y Metales pesados en PTS.

Relacionado a los resultados de los dos monitoreos, es preciso indicar que los parámetros que superaron los límites del ECA fueron **PTS** (en el primer monitoreo en dos estaciones: E-1 y E-2) en 7 oportunidades, el más alto valor representó 23% más del ECA y en el segundo monitoreo en 5 oportunidades en una estación (E-1) con un valor que sobrepasó el ECA en 65%); **PS** (en el primer monitoreo en 7 estaciones, el 78% de los valores obtenidos están por encima del valor referencial); y el **PM_{2.5}** (en el segundo monitoreo en 3 estaciones: E-1, E-2 y E-3) en 4 oportunidades, el más alto valor representó 22% más del ECA (24 h).

Los contaminantes monitoreados SO₂, NO₂, y Plomo y otros metales pesados en PTS, presentan valores por debajo del respectivo estándar límite.

Interpretando los resultados arriba mencionados, los altos valores de parámetros de Partículas Sedimentables (PS), de Partículas Totales en Suspensión (PTS), y de las Partículas Menores a 10 y 2.5 µm (PM₁₀ y PM_{2.5}) en el aire de Cuenca Atmosférica de Chiclayo, se originan principalmente por fuentes naturales del entorno, y, como nos indica los resultados del inventario de fuentes fijas, por los numerosos molinos de arroz situados en Chiclayo. Para controlar estos contaminantes, se tendría que desarrollar medidas que aborden factores como la reducción de las emisiones de los molinos de arroz, el asfaltado de pistas y construcción de veredas, la distribución estratégica de áreas verdes y su adecuado mantenimiento, así como la precisión más detenida, de dónde proviene la emisión de material particulado, y así tener herramientas que permitan crear medidas que traten de manera directa y efectiva este problema y las cuales impidan la repercusión en la salud de la población chiclayana.

En el mismo sentido, si se toma en cuenta el proceso futuro de crecimiento urbano, industrial y del parque automotor de Chiclayo, es necesario implementar medidas que apunten a reducir las emisiones, de tal forma que se asegure a futuro la mejora de la calidad del aire en la cuenca atmosférica. Además, la alta emisión de CO y COV guarda una estrecha relación con el constante incremento del parque automotor, incluyendo al transporte público, que mayormente se encuentra sin mantenimiento adecuado, presentando vehículos obsoletos y caracterizado por ser desordenado en el sentido de la inexistencia de una planificación vial.

A manera de conclusión, en la situación de la calidad del aire en la cuenca atmosférica de Chiclayo, hay otros elementos secundarios que intervienen en la problemática y deben ser tomados en cuenta, por ejemplo, las emisiones de las ladrilleras y chancadoras de piedra, de panaderías y de las numerosas pollerías por su uso de carbón y leña, la quema de residuos sólidos, entre otros, que si bien no constituyen un problema principal, pero provocan la insatisfacción y malestar en la población. A ello, se debe sumar otros hechos las industrias que utilizan tecnologías no limpias y obsoletas, el crecimiento desordenado tanto urbano, comercial, económico o industrial de Chiclayo, así como la no-existencia de un Plan de Ordenamiento Territorial que permita planificar la ciudad de manera integral.

Finalmente, si se mantiene la situación identificada en relación con la calidad del aire y todos los aspectos mencionados relacionados a las fuentes y la realidad en la cuenca, y si no se toman medidas hoy en día, podría indudablemente repercutir en el crecimiento tanto sano como sostenible, y en un desarrollo armónico de los diferentes sectores y actores de la cuenca.

3 Objetivos generales y específicos

3.1 Objetivo general

Desarrollar acciones de vigilancia que permitan prevenir el deterioro y optimizar las condiciones de la Calidad del Aire en la Cuenca Atmosférica de Chiclayo, de manera que los valores de concentración y emisión de contaminantes se encuentren por debajo de los Estándares Nacionales y reduciendo en lo posible los contaminantes a un mínimo, mediante la participación de todas las instituciones responsables e involucradas con el tema, así como la población, y a través de un trabajo concertado que asegure el cumplimiento del Plan a Limpiar el Aire.

3.2 Objetivos específicos

- Reducir las emisiones de PTS, PM₁₀ y PM_{2.5} generadas por las fuentes fijas de área de la Cuenca Atmosférica Metropolitana de Chiclayo al mínimo posible dentro de los próximos 5 años, después de la aprobación del Plan.
- Reducir las emisiones de CO, COV y NOx generadas por las fuentes móviles de la Cuenca Atmosférica Metropolitana de Chiclayo al mínimo posible dentro de los próximos 5 años, después de la aprobación del plan.
- Realizar estudios de caracterización de material particulado, con el fin de implementar sistemas de prevención de emisiones, sobre todo en las industrias que generen este tipo de contaminante.
- Incrementar las áreas verdes, pavimentación de pistas y construcción de veredas para evitar la polución de contaminantes.
- Contar con información continua sobre la calidad del aire en la cuenca, a través de una actualización permanente de los inventarios, de la interpretación de los resultados de los monitoreos, y la sistematización y organización en una base de datos.
- Aplicación de un programa / sistema de modelación sobre el comportamiento de contaminantes en el aire, luego de 5 años de aprobar el Plan.
- Investigar los impactos de la contaminación del aire en el estado de la salud de la población de la Cuenca Atmosférica Metropolitana de Chiclayo mediante estudios de

los principales contaminantes con altos factores de toxicidad como son: PTS, PM₁₀ y PM_{2.5} y COV en los próximos 5 años luego que entre en vigencia el Plan.

- Incrementar el conocimiento y la participación de la población de la Cuenca Atmosférica de Chiclayo respecto al tema de la contaminación y la calidad del aire a través de una estrategia de difusión, comunicación, conciencia y sensibilización del tema, en un lapso de tiempo de 5 años a partir de la aprobación del Plan.

4 Medidas para establecer y/o fortalecer el programa de vigilancia de la calidad del aire

4.1 Inventario de emisiones

Medida Número 1

Actualizar anualmente el inventario de emisiones de fuentes fijas y fuentes móviles de la ciudad de Chiclayo

Indicadores

- Difusión de los resultados actualizados del Inventario de Emisiones de Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, en forma anual.
- Mapa digital con las fuentes fijas georeferenciadas

Responsable

- ***Responsable principal para las fuentes fijas:*** Dirección Regional de la Producción – PRODUCE Chiclayo.
- ***Responsable principal para las fuentes móviles:*** Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de Chiclayo.
- ***Coordinación y apoyo:*** Municipalidad Provincial de Chiclayo (MPCH) y SUNARP – Chiclayo (para las fuentes móviles) y Dirección Regional de Agricultura de Lambayeque.

Justificación

Esta medida se formula con la finalidad de actualizar la base de datos existente en cuanto a las fuentes fijas y fuentes móviles, de tal forma que se cuente con un registro actualizado de la evolución de las actividades y empresas industriales y comerciales; así como también de la evolución del parque automotor de la cuenca atmosférica de Chiclayo. Para ello, los inventarios de fuentes fijas y fuentes móviles hechos para el diagnóstico de línea base del Plan de Acción se tomarán como punto de partida para la actualización de datos. Se plantea que la actualización se haga en forma anual, debido a que se requiere contar con información actual y oportuna respecto al tema.

La divulgación de los avances y resultados de los inventarios se remitirán a todas las instituciones involucradas e interesadas, y se pondrá también a disposición de los sistemas de información existentes.

Costos

- Se estima un costo anual de S/. 15 000.- Este monto corresponde a los siguientes requerimientos:
 - ⇒ Una persona de la Dirección Regional de Producción de Chiclayo (fuentes fijas) dedicada en un promedio de 20 horas mensuales al registro y actualización de datos, así como el uso de la base de datos ya existente en Chiclayo, y la accesibilidad permanente a un equipo de cómputo.
 - ⇒ Una persona de la Dirección General de Transportes y Comunicaciones de Chiclayo (fuentes móviles) dedicada en un promedio de 20 horas mensuales al registro y actualización de datos, así como el uso de la base de datos ya existente en Chiclayo, y la accesibilidad permanente a un equipo de cómputo.

4.2 Red de Monitoreo

Medida Número 2

Realizar el monitoreo de la calidad del aire en la cuenca atmosférica sobre el control de material particulado (PTS / PM₁₀), NO_x, y SO₂ en 4 puntos críticos de Chiclayo.

Indicadores:

- Determinación de los 4 puntos críticos donde se instalarán los equipos para el monitoreo del material particulado (PTS / PM₁₀), NO_x y SO₂, en coordinación con SENAHMI-Chiclayo.
- Comunicación a las instituciones involucradas de la definición de los 4 puntos críticos, donde se instalarán los equipos de monitoreo.
- Instalación de equipos de PM₁₀ en 4 puntos críticos identificados en el 2006.
- Adquisición de equipos de monitoreo para los parámetros de PTS / NO_x / SO₂ hasta el año 2007.
- Puesta en marcha a inicios del año 2007 del ciclo de monitoreo (1 vez por mes, y con un lapso de 6 días cada una de ella).
- Implementación de Laboratorio de Calidad del Aire para soporte de las actividades de monitoreo hasta el año 2007.

- Información actualizada y publicada de resultados del monitoreo en forma semestral a partir de la implementación del monitoreo.

Responsable:

- Dirección Regional de Salud (DIRESA) - Chiclayo.

Justificación:

La continuación del monitoreo en 4 puntos fijos se plantea con la finalidad de tener un control de los parámetros de material particulado (PTS/PM₁₀), que se constituyen como los principales contaminantes en la cuenca atmosférica de Chiclayo y de otro lado, para contar con información continua y actualizada sobre la presencia de NO_x y SO₂ en el aire.

La instalación y funcionamiento del monitoreo se realizará por razones de comparación y para tener información y resultados sobre la calidad del aire en la cuenca atmosférica de Chiclayo en forma permanente.

La divulgación de los avances y resultados del monitoreo se remitirá a todas las instituciones involucradas e interesadas, y se pondrá también a disposición de los sistemas de información existentes.

Costos:

- Se estima para la adquisición de 4 equipos de monitoreo para PTS, PM₁₀, NO_x y SO₂ una inversión de S/. 120 000.- por única vez.
- Para la implementación del laboratorio se estima una inversión de S/. 150 000.- por única vez.
- Adicionalmente, para la operación del monitoreo y el mantenimiento de los equipos se requiere de un costo anual de S/. 30 000.-, lo cual sería en 4 años un monto de S/ 120 000.-
- Finalmente, el costo para la evaluación e interpretación de las mediciones y su respectiva difusión se estima anualmente en S/ 6 000.- (S/. 24 000 para 4 años).
- La medida tiene un costo total de inversiones inicial por única vez de S/. 270 000 y adicionalmente para la operación de la medida para los 4 años un costo total de S/ 144 000.-

4.3 Programa para la estimación de impacto social y en la salud

Medida Número 3:

Implementar estudios de impacto de la contaminación del aire en morbi-mortalidad de la población en un lapso de 5 años.

Indicadores:

- Presentación de un plan de investigaciones sobre morbi-mortalidad en torno a la toxicidad de los contaminantes PTS, COV y SO₂ del aire en Chiclayo y sus impactos en la salud de la población, después de la aprobación del Plan de Acción.
- Información actualizada en forma anual de estudios en salud de la población sobre cualquier investigación aplicada al tema de los impactos en la salud de la contaminación del aire en Chiclayo.
- Incluir en el sistema de manejo de datos y de información estadística del sector salud en forma trimestral información sistematizada sobre morbilidad y mortalidad vinculadas con la contaminación del aire en Chiclayo. Información necesaria recopilada y sistematizada en forma trimestral.
- Elaboración y divulgación anual de los resultados de la información estadística de salud evaluada en torno a la toxicidad de los contaminantes COV, SO₂ y PTS del aire en Chiclayo y sus impactos en la salud de la población.

Responsable:

- Dirección Regional de Salud (DIRESA) - Chiclayo.

Justificación:

La información de aspectos de salud asociados a la contaminación del aire no es accesible, es insuficiente, se encuentra dispersa y desactualizada, lo que dificulta establecer la magnitud del problema de este tipo de contaminación en la salud de la población en la cuenca atmosférica local. La medida será implementada después de la aprobación del Plan de Acción y tiene por finalidad mejorar la base de información epidemiológica y sobre los impactos en la salud atribuibles a la contaminación del aire. Para ello, como una primera actividad, se llevará a cabo un Plan de investigaciones de casos y sistematización de la información existente.

La divulgación de los avances y resultados de la medida se remitirán a todas las instituciones involucradas e interesadas, y se pondrá también a disposición de los sistemas de información existentes.

Costos:

- Se estima un costo de S/. 75 000 en 5 años. Esta inversión se utilizará en: 5 estudios de impacto de la toxicidad de los contaminantes COV, SO₂ y PTS en la salud en general (S/ 15 000.- cada estudio por 5 hace un total de S/. 75 000.-).

4.4 Modelos**Medida Número 4:**

Estudio para la caracterización del material particulado e identificación de fuentes de emisión de éstos, culminado en un año.

Indicadores:

- Informe de avance trimestral.
- Publicación y difusión de los resultados del estudio después de un año.

Responsable(s):

- DIRESA Chiclayo, en coordinación con SENAMHI, en convenio con las Universidades.

Justificación:

Esta medida es muy importante para la futura toma de decisiones, ya que se busca la caracterización del material particulado e identificar las fuentes de emisión de éstos. La divulgación de los avances y los resultados de la medida se remitirán a todas las instituciones involucradas e interesadas, y se pondrá también a disposición de los sistemas de información existentes.

Costo:

- El costo de esta medida se estima en: S/. 30 000,-

Medida Número 5

Aplicación de modelos de simulación de la dispersión de contaminantes en un plazo de 4 años.

Indicadores:

- Información necesaria recopilada y sistematizada anual por un periodo de 3 años.
- Presentación del modelo a utilizar al inicio del cuarto año (*calibración y validación del modelo a utilizar*).

- Presentación de resultados de la aplicación del modelo al término del cuarto año.

Responsable:

- SENAMHI - Chiclayo

Justificación:

Esta medida tiene por finalidad desarrollar y aplicar modelos de simulación de la dispersión de contaminantes que permita contar con una herramienta efectiva para el seguimiento y prevención de la contaminación del aire en la cuenca atmosférica de Chiclayo.

La divulgación de los avances y los resultados de la medida se remitirán a todas las instituciones involucradas e interesadas, y se pondrá también a disposición de los sistemas de información existentes.

Costos:

- Se estima un costo de S/. 125 000 en 4 años.

4.5 Sistemas de información

Medida Número 6:

Incluir en el Sistema Regional de Información Ambiental existente, la información, los reportes e informes sobre inventario, monitoreo, emisiones e impactos de la contaminación en la salud en Chiclayo, así mismo cualquier aviso sobre alguna actividad relacionada con la sensibilización o concientización en el tema de la contaminación del aire.

Indicadores:

- Desarrollo e implementación del sitio web en el sistema de información ambiental regional para Chiclayo, dentro de medio año luego de la aprobación del Plan de Acción.
- Actualización por lo menos trimestral del portal con información nueva.

Responsables:

- Gobierno Regional de Chiclayo (GRCH)

Justificación:

Esta medida, sirve para mantener a los ciudadanos y a las instituciones interesadas siempre informados y ofrecer un sitio de fácil acceso y permanente actualización en el tema.

Costo:

- El costo para el desarrollo e implementación de la página Web se estima en: S/. 10 000,-
- El costo para la actualización anual de la página Web se estima en: S/. 2 000,-

5 Medidas para mejorar la calidad del aire y prevenir su deterioro

5.1 Medidas políticas y administrativas

Medida Número 7

Establecer mediante una ordenanza municipal provincial una antigüedad máxima de 15 años de vida útil de las unidades motorizadas para el transporte público masivo de pasajeros y taxis / mototaxis.

Indicadores:

- Promulgación en el 2006 de ordenanza municipal provincial que fije la antigüedad vehicular máxima de 15 años para el transporte público.
- Revisión y control trimestral del parque automotor de transporte público que cumpla con el criterio de antigüedad vehicular máxima de 15 años.
- Divulgación del reporte de cumplimiento del criterio de antigüedad vehicular de 15 años aplicado a la licitación de nuevas rutas de transporte público.

Responsable:

- Municipalidad Provincial de Chiclayo (MPCH).

Justificación:

Los vehículos de transporte público antiguos y con mantenimiento inadecuado son los que ocasionan la presencia evidente de contaminantes del aire. La medida busca prohibir la circulación de vehículos de transporte público, cuya vida útil haya superado, dado que este tipo de vehículos son los más contaminantes por su estado obsoleto, al cual se suma su deficiente estado de mantenimiento.

El cumplimiento de la medida estará a cargo de la Municipalidad Provincial de Chiclayo y los resultados de tal cumplimiento serán reportados a las instituciones involucradas con el tema y a los sistemas de información existentes.

Costos:

El costo para la difusión y el seguimiento al cumplimiento de la norma se calcula por año en un monto de: S/. 20 000.-

5.2 Medidas técnicas y/o preventivas

Medida Número 8:

Control de emisiones de material particulado en Molinos de arroz a través de la promulgación de una ordenanza municipal provincial.

Indicadores:

- Al término del primer año se habrá emitido una ordenanza municipal provincial que establece el uso obligatorio de ciclones o dispositivos similares para la retención de partículas en suspensión en el proceso del pilado de arroz.
- Al término del cuarto año el 80% de los molinos de arroz ubicados en la Ciudad de Chiclayo deberán contar con un sistema de retención de partículas que permitan el control de emisiones de material particulado.
- Se iniciará la instalación de ciclones o dispositivos similares a partir de la publicación de la ordenanza.

Responsable:

- Municipalidad Provincial de Chiclayo (MPCH), en coordinación con la Dirección Regional de la Producción.

Justificación:

- Con la finalidad de controlar la emisión de material particulado en el proceso de pilado de arroz se deberán instalar ciclones u otros dispositivos de similar finalidad, para lo cual la Municipalidad Provincial de Chiclayo emitirá una ordenanza municipal para su aplicación. Adicionalmente, el área técnica de la Municipalidad y/o la Dirección Regional de Producción facilitará a los empresarios, a través de charlas y campañas, información sobre los dispositivos de reducción de emisiones de material particulado disponibles en el mercado nacional. La Ordenanza Municipal Provincial se basa en las atribuciones que el Art. 80 de la Ley de Municipalidades le confiere a las municipalidades provinciales.

Costo:

- El costo de las charlas informativas durante el primer año a las empresas sobre la intención del municipio de promulgar una ordenanza que regule las emisiones de material particulado en los molinos de arroz, se estima en S/. 5,000.

- Campañas promocionales e informativas sobre los dispositivos de control de emisiones en molinos de arroz durante el primer y segundo año se estima en S/. 10,000.
- Para el seguimiento del cumplimiento de la ordenanza se estima un costo de S/.10,000.- para el primer año después de la promulgación, considerando a un técnico dedicado a tiempo completo. Para los siguientes tres años se estima un costo total de S/. 20,000 para el seguimiento.

Medida Número 9:

Creación y mantenimiento de 95 000 m² de áreas verdes en las Municipalidades de Chiclayo, La Victoria y José Leonardo Ortiz, mediante la ejecución de programas de reforestación urbana en un plazo de 5 años

Indicadores:

- Cobertura vegetal y arbórea y su respectivo mantenimiento en zonas urbanas circundantes a pistas no pavimentadas y veredas no construidas.
- 19 000 m² de área reforestada al año por 5 años.

Responsables:

- Las Municipalidades Distritales de Chiclayo, La Victoria y José L. Ortiz (*según las indicaciones en la siguiente tabla*), en coordinación con el Gobierno Regional (GR).

Municipalidades	Áreas verdes	
	Existentes (m²)	A crear por año (m²)
Chiclayo	374 300	11 250
La Victoria	23 500	2 500
José Leonardo Ortiz	205 000	5 000
Total	602 800	18 750

Justificación:

Debido a las características geográficas, topográficas y de viento que presenta la Cuenca Atmosférica de Chiclayo, se hace necesaria la creación y el mantenimiento de áreas verdes para evitar la suspensión de partículas en el aire. La creación y mantenimiento de áreas verdes en la cuenca, podría enfrentar esta situación de tal forma que evite que el problema adquiera mayor magnitud.

La implementación de la medida será reportada a las instituciones involucradas con el tema y a los sistemas de información existentes.

Costo:

- Se estima un costo de S/. 95 000.- por año (suma de S/. 5.00 el m² por 19 000 m²). Este monto considera la adquisición de plántones, el costo de irrigación y el respectivo personal tanto para el sembrado como mantenimiento de las áreas verdes

Medida Número 10:

Ejecución de obras de pavimentación de 51 km de pistas y construcción de 127.5 km de veredas en un lapso de tiempo de 5 años.

Indicadores:

- Pistas pavimentadas y veredas construidas por año.

Responsables:

- Gobierno Regional, en coordinación con las Municipalidades distritales de Chiclayo, La Victoria y José Leonardo Ortiz (*según la siguiente tabla*).

Municipalidades	Veredas planificadas por año (m ²)	Costos	Pistas planificadas por año (m ²)	Costos
Chiclayo	25 270	1768 900	38 170	3 817 000.00
La Victoria	10 000	700 000	33 500	3 350 000.00
José Leonardo Ortiz	3 000	210 000	30 000	3 000 000.00
	38 270	2 678 900	101 670	10 167 000.00

25.5 (km)

10.2 (km)

Justificación:

Debido a las características geográficas, topográficas y de viento que presenta la Cuenca Atmosférica de Chiclayo, se hace necesaria la pavimentación de las vías y construcción de veredas, para evitar la suspensión de partículas en el aire. La implementación de la medida será reportada a las instituciones involucradas con el tema y a los sistemas de información existentes.

Costo:

- El costo por año de la pavimentación de 10.2 km de pistas se calcula en: S/. 10 167 000, tomando como base el costo de S/ 100 por m² y 10 m de ancho; por tal, en 5 años resultaría un total de S/ 50 835,000.- para un total de pistas pavimentadas de 51 km de 10 m de ancho.
- El costo por año de la construcción de 25.5 km de veredas se calcula en: S/. 2 678 900.- tomando como base el costo de S/. 70 por m² y un ancho de vereda de 1,5 m, por tal, el costo total de la construcción de veredas en 5 años es de S/. 13 394,500.- para un total de 127.5 km de veredas.

Medida Número 11:

Ejecución de revisiones técnicas dos veces por año al parque automotor de transporte público urbano e interurbano y una vez al año para el privado.

Indicadores:

- Reporte semestral de la planta de revisiones sobre el número, tipo y uso de vehículos atendidos y aprobados.

Responsables:

- Dirección Regional de Transportes de Lambayeque, en coordinación con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Justificación:

Esta medida busca que la mayor parte del parque automotor pase por lo menos una revisión técnica al año, para reducir la cantidad de vehículos obsoletos y mejorar el mantenimiento en general de las unidades de transporte, con lo cual se contribuye a la reducción de la emisión de contaminantes por las fuentes móviles.

Costo:

- La medida no trae costos directos para la implementación y el funcionamiento, puesto que cada revisión técnica a realizarse sería pagada por el usuario de ese servicio. De otro lado, las empresas prestadoras asumirán el financiamiento para la implementación y funcionamiento de la planta. Por lo tanto, se considera solamente los costos indirectos del control o seguimiento al cumplimiento de la medida que se calcula por año en: S/. 60 000.

5.3 Medidas Sociales

Medida Número 12:

Incrementar el conocimiento y conciencia de la población a través de un programa de difusión y sensibilización sobre el tema de la contaminación del aire en la ciudad de Chiclayo.

Indicadores:

- Al menos una feria anual sobre el tema de calidad del aire en la cuenca atmosférica de Chiclayo
- 8 charlas relacionadas con el tema de la calidad del aire al año, durante 5 años.
- Publicación de artículos, entrevistas, avisos, mensajes, notas de prensa seis veces por año durante 5 años, sobre el tema de la calidad del aire.
- Estudio anual de evaluación de impacto del programa de difusión y sensibilización.
- 10% de la población de la cuenca atmosférica de Chiclayo ha incrementado sus conocimientos respecto al tema de la contaminación del aire anualmente.

Responsable:

- Comisión Ambiental Regional (CAR) – Chiclayo.

Justificación:

La sensibilización de la sociedad civil respecto a la problemática ambiental es un factor importante para conseguir la implementación de las medidas contenidas en el Plan, de tal forma que es necesario divulgar y concienciar a la población con relación a la calidad del aire en Chiclayo.

La divulgación de los avances y resultados de esta medida se remitirán a las instituciones involucradas, así como también a los sistemas de información existentes.

Costos:

- Para la feria se estima un costo anual de S/. 2 000.-
- Para las charlas se estima un costo anual de S/. 2 800.-
- Para el estudio de evaluación de impacto de las campañas se estima un costo de S/. 20 000 anual.
- Para la publicación de artículos el costo por año es S/. 12 000.-
- El costo total de esta medida para 5 años sería S/. 184 000.-

Medida Número 13:

Incluir dentro de la currícula de estudios contenidos específicos sobre el tema de contaminación del aire en todos los colegios de Chiclayo, en un total de 4 horas por mes.

Indicadores:

- 01 Informe de Evaluación de la incorporación de temas ambientales en la currícula de estudios.
- 05 Centros educativos incorporan contenidos ambientales en la currícula, anualmente.
- 01 jornada anual de capacitación en el tema de la calidad del aire para profesores con una duración de un mínimo de 15 horas.

Responsable:

- Dirección Regional de Educación (DRE) - Chiclayo.

Justificación:

La incorporación de temas ambientales en la formación de los estudiantes es importante. Se pretende fomentar conciencia sobre el tema de la contaminación del aire en la cuenca atmosférica de Chiclayo, a través de la sensibilización a niños y jóvenes de los colegios de primaria y secundaria. Para ello, se contará con la participación de los directores y personal docente de los centros educativos en mención, quienes serán capacitados en el tema y se encargarán de conducir la campaña en sus respectivos colegios.

La divulgación de los avances y resultados de esta medida se remitirán a las instituciones interesadas y especialmente a la Comisión Ambiental Regional (CAR), así como también a los sistemas de información existentes.

Costos:

- Para un curso de capacitación para 20 profesores como máximo con una duración de 15 horas se estima un monto de S/. 3 500,- que sería por año S/. 17 500,- sobre la base de un cálculo de 100 profesores.
- Para el seguimiento, los informes y la inclusión a la currícula se estima un costo anual de S/. 3 000,-.
- El costo total de la medida para 5 años es de S/. 102 500,-