



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA  
Dirección Ejecutiva de Ecología y Protección del Ambiente

# **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE LA OROYA - JUNÍN**

Marzo de 2003



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: [postmast@digesa.sld.pe](mailto:postmast@digesa.sld.pe)

## CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVOS
2. DISTRITO DE LA OROYA
3. FUENTES PRINCIPALES DE CONTAMINACIÓN EN LA ZONA
4. MONITOREO ATMOSFÉRICO REALIZADO POR LA DIGESA
5. RESULTADOS
6. ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS
7. RESUMEN DE DATOS
8. CONCLUSIONES
9. RECOMENDACIONES



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

## INTRODUCCIÓN

La evaluación de la calidad del aire en la ciudad de la Oroya se realizó del día 04 al 12 de Marzo de 2003. La Ciudad de la Oroya se encuentra localizada en la Provincia de Yauli en el departamento de Junín.

Se establecieron 4 estaciones fijas de muestreo para la instalación de los equipos muestreadores de Alto Volumen para PTS, PM 2.5 y Sistemas de Muestreo para Dióxido de azufre y Dióxido de Nitrógeno, considerando una de las estaciones de muestreo para las mediciones continuas de PM10 y Dióxido de Azufre. La evaluación comprendió los siguientes parámetros contaminantes: Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, Partículas Totales en Suspensión (PTS), Partículas Menores a 10 Micras (PM10), Partículas Menores a 2.5 Micras (PM2.5), Partículas Sedimentables (PS), y Metales pesados (Cobre, Zinc, Plomo, Cadmio, Cromo, Hierro y Manganeso).

Para la ejecución del monitoreo atmosférico, la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA, realizó las coordinaciones con los representantes de la DESA-Huancayo y con el médico jefe del C.S. La Oroya, así como con los responsables de cada inmueble:

Sr. Jorge Solis, Escuela Estatal de Menores N° 31146 José Antonio Encinas  
Sr. Alcalde Orlando Mateo Sabroso, Comunidad Purísima Concepción de Paccha  
Sr. Alcalde Jorge Inga Ortiz, Municipalidad Distrital Sta. Rosa de Sacco  
Sr. José Luis Acevedo, P.S. CLAS Huaynacancha

### 1. OBJETIVOS

- Evaluar la calidad del aire de la ciudad de la Oroya, en cumplimiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire.
- Determinar los niveles de contaminación del aire presente en la Ciudad de la Oroya debido a las distintas fuentes de contaminación presentes en dicha ciudad.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

## 2. DISTRITO DE LA OROYA

### 2.2. Ubicación Geográfica

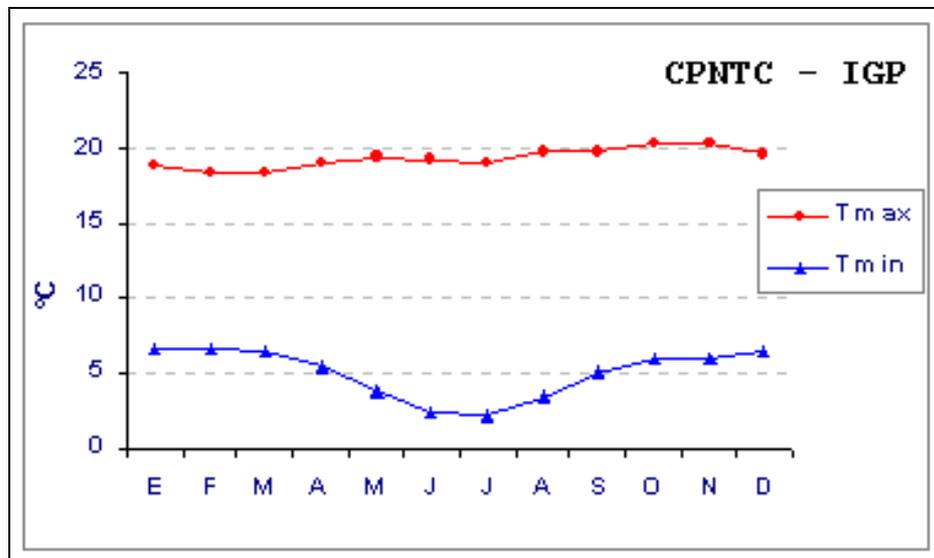
La ciudad de la Oroya perteneciente a la Provincia de Yauli , departamento de Junín, se encuentra a una altitud de 3,745 m.s.n.m. y cuenta con una superficie de 388.42 Km<sup>2</sup>.

### 2.3. Clima

Se consideró la estación meteorológica de Jauja, por ser la más cercana a la ciudad de la oroya y por tener características climáticas similares.

El clima de Jauja es templado, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima (PERIODO 1961-1980) ES 19.4°C y 5.0 °C, respectivamente. La precipitación media acumulada anual para el periodo 1961-1980 es 757.8 mm.

### Promedios Multianuales De Temperaturas Máximas Y Mínimas Periodo 1961-1980

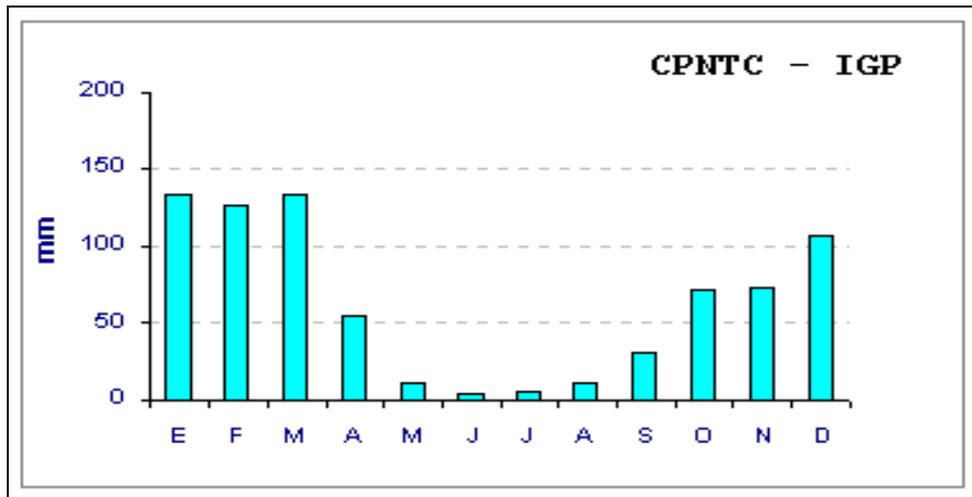




**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

**Promedios Multianuales De Precipitación Acumulada Mensual**  
Periodo 1961-1980



### 3. FUENTES PRINCIPALES DE CONTAMINACIÓN EN LA ZONA

#### 3.2. Fuentes Fijas

##### 3.2.1. Fundición y Refinería perteneciente a la empresa DOE RUN

La empresa DOE RUN PERU S.R.L.- La Oroya División, posee actualmente el complejo metalúrgico de la Oroya, la cual consta de una fundición y una refinería. La fundición se encuentra ubicada en la margen derecha del río Mantaro y al Sur de la Oroya Antigua, mientras que la la refinería de Plomo y cobre se ubica en la localidad de Huaymanta, la que está paralela a la carretera Central.

Las operaciones y procesos realizados en el Complejo Metalúrgico de la Oroya conforman actualmente una de las principales fuentes de emisión de material particulado y gases de la zona.

#### 3.3. Fuentes Móviles

##### 3.3.1. Automóviles

Las Avenidas y calles principales de la Oroya, están sujetas al desplazamiento de vehículos de diferentes tipos, principalmente autos, combis, micros, microbuses, y camiones entre otros.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

### 3.3.2. Ferroviaria la Oroya

El desplazamiento de trenes a distintas horas del día transportando minerales y otros materiales constituyen otra de las fuentes móviles de contaminación del aire.

## 4. MONITOREO ATMOSFÉRICO REALIZADO POR LA DIGESA

### 4.2. ESTACIONES DE MUESTREO

#### 4.2.1. Selección de las estaciones de muestreo

Se seleccionaron las estaciones de muestreo teniendo en cuenta, básicamente, los siguientes criterios:

- La dirección predominante del viento
- La ubicación de las principales fuentes de contaminación del aire en la zona

#### 4.2.2. Estaciones de muestreo en la ciudad de la Oroya

La zona de muestreo comprendió, principalmente, tres zonas: la Oroya antigua, Oroya nueva, Sacco y Huaynacancha.

**TABLA N° 1 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO  
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE – LA OROYA**

<b>CODIGO</b>	<b>LUGAR</b>	<b>DIRECCIÓN</b>	<b>DISTRITO</b>
E – 1	Escuela estatal de Menores 31146 José Antonio Encinas	Calle Tarma N° 530	Oroya Antigua
E – 2	Local comunal Comunidad Campesina Purísima Concepción de Paccha	Calle Progreso S/N	Comunidad de Paccha
E – 3	Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco	Av. Grau	Sta. Rosa de Sacco
E – 4	P.S. CLAS Huaynacancha	Av. 16 de junio y Calle Nicolás de Piérola	Huaynacancha –Oroya Nueva



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

## DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

### E-1 Colegio Encinas

Se encuentra localizada en la Av. Tarma N° 530. El colegio José A. Encinas tiene los siguientes límites: Por el frontis con la Av. Tarma y viviendas, por la parte posterior con el río Mantaro y fundición de la empresa DOE RUN, por la parte lateral izquierda con el colegio Jorge Basadre y por la parte lateral derecha con el mercado “Parada 3 de febrero”.

### E-2 Comunidad de Paccha

Se localiza en la Calle Progreso, frente a la plaza principal de la Comunidad de Paccha. El local comunal tiene los siguientes límites: Por el frontis con la plaza principal y por las partes laterales con viviendas. Por la parte posterior limita con un cerro. Dicha zona se encuentra a la altura del Km. 183 de la Carretera Central.

### E-3 Santa Rosa de Sacco

El local de la Municipalidad de Santa Rosa de Sacco se encuentra ubicada a la altura de la cuadra 3 de la Av. Grau y frente al parque principal del mismo distrito. Dicho local limita por la parte posterior con viviendas y por la parte lateral izquierda con la Iglesia de la zona. Esta estación se localiza cerca de la Av. Grau, por donde transitan considerable cantidad de vehículos.

### E-4 P.S. Huaynacancha

Se encuentra ubicada entre la Av. 26 de julio y Calle Nicolás de Piérola, y limita por la parte lateral izquierda con el Colegio Héroes del Cenepa. Está aproximadamente 100 metros de la carretera Central.

## 4.3. PARÁMETROS EVALUADOS

### PARÁMETROS CONTAMINANTES

- Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)
- Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
- Partículas Totales en Suspensión (PTS)
- Metales: Cobre, Plomo, Manganeso, Cadmio, Cromo, Hierro y zinc
- Partículas Menores a 10 Micrones (PM 10)
- Partículas Menores a 2.5 Micras (PM2.5)

### PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

- Dirección del viento
- Velocidad del viento



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

#### 4.3.1 METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS

##### **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) - Método Activo**

Método de Muestreo Activo presentado por Thorin NILU, 1977; ISO 4221, 1983/1990

Es determinado por absorción del gas en solución de captación de peróxido de hidrógeno a razón de flujo de 2.3 a 2.5 litros por minuto, en un período de muestreo de 24 horas. El análisis químico se efectúa por turbidimetría, expresándose los resultados en microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>).

##### **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) - Método Automático**

Equivalent Método EQSA – 0779-039  
Fluorescencia Ultravioleta

El método de monitoreo empleado en este equipo es automático y el principio de funcionamiento es el de la Fluorescencia Ultravioleta. Las concentraciones son determinadas en partes por billón (ppb) y por conversión se obtiene en microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>).

##### **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) - Método Activo**

Método de Referencia Activo de la EPA  
Capítulo N°1, CFR 40 Parte 53 Apéndice F

Se determina por el método del Arsenito de sodio. Las muestras de aire contaminado son atrapadas en una solución de arsenito de sodio más hidróxido de sodio, a una razón de flujo de 0.2 a 0.3 litros por minuto, por períodos usuales de muestreo de 24 horas. El análisis se efectúa por Colorimetría, los resultados son expresados en microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>).

##### **Partículas Totales en Suspensión (PTS)**

Método de Referencia Activo de la EPA  
Capítulo N°1, CFR 40 Parte 50 Apéndice B

Para el muestreo de las Partículas Totales en Suspensión, se emplea un equipo muestreador de alto volumen con un motor de aspersión de alto flujo (1.5m<sup>3</sup>/min), el cual succiona el aire del ambiente haciéndolo pasar a través de un filtro de fibra de vidrio, el cual retiene partículas de hasta 0.3 µm de diámetro. La concentración de las partículas suspendidas totales, se calcula determinando el peso de la masa recolectada y el volumen de aire muestreado.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

### **Partículas Menores a 2.5 micrones (PM<sub>2.5</sub>) – Método Activo**

Método de Referencia Activo de la EPA  
Capítulo N°1, CFR 40, Parte 50, Apéndice J

El principio de funcionamiento de este equipo es similar al del muestreador de partículas totales en suspensión, con la excepción de que trabaja a solo 5 L/min y está diseñado para seleccionar y capturar únicamente las partículas menores a 2.5 micrones.

### **Metales: Cobre, Plomo, Manganeso, Cadmio, Cromo, Fierro y Zinc.**

Método de Referencia Activo de la EPA  
Capítulo N°1, CFR 40 Parte 50 Apéndice G

Son obtenidos del filtro empleado en el muestreo de PTS, del cual se hace un tratamiento químico con ácido nítrico y luego de filtrar, evaporar y concentrar la prueba, se lee en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

### **Partículas Menores a 10 micrones**

US. EPA EQUIVALENT DESIGNATED  
PM-10 METHOD (EQPM – 1090-079)  
De acuerdo con CFR 40, Parte 53

Para las mediciones de Partículas Menores a 10 Micras, se empleó un equipo automático a tiempo real y cuyo principio de funcionamiento es el de la Microbalanza Oscilatoria (TEOM), el cual registra continuamente datos de concentraciones de material particulado en unidades de microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Velocidad y dirección del viento**

Para determinar la velocidad y la dirección del viento durante el período de evaluación, se utilizó un anemómetro y una veleta meteorológica.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

**5.0 RESULTADOS**

**TABLA N° 2 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) Y DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>)  
CALIDAD DEL AIRE - OROYA**

CÓDIGO	ESTACION DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN (ug/m3)*	
			Dióxido de Azufre	Dióxido de Nitrógeno
E – 1	Escuela Estatal José Antonio Encinas	05 de Marzo	366.99	6.76
		06 de Marzo	186.32	8.49
		07 de Marzo	355.06	11.92
		08 de marzo	121.96	14.92
		09 de Marzo	400.71	7.46
		10 de Marzo	523.03	17.56
		11 de marzo	456.80	9.42
		<b>PROMEDIO</b>	<b>344.41</b>	<b>10.93</b>
E – 2	Local Comunal Comunidad Campesina Purísima Concepción de Paccha	05 de Marzo	186.72	11.11
		06 de Marzo	416.87	6.53
		07 de Marzo	705.06	14.64
		08 de marzo	138.00	9.95
		09 de Marzo	4.66	18.72
		10 de Marzo	626.45	10.79
		11 de marzo	48.89	7.37
		<b>PROMEDIO</b>	<b>303.81</b>	<b>11.30</b>
E – 3	Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco	06 de Marzo	477.16	38.66
		07 de Marzo	485.36	37.35
		08 de marzo	278.11	25.99
		10 de Marzo	316.84	31.21
		11 de marzo	341.64	24.89
		<b>PROMEDIO</b>	<b>379.82</b>	<b>31.62</b>
E – 4	P.S. CLAS Huaynacancha	06 de Marzo	262.43	20.69
		07 de Marzo	301.30	10.64
		08 de marzo	245.14	14.89
		09 de Marzo	430.76	16.39
		10 de Marzo	271.56	21.79
		11 de marzo	310.52	20.02
		<b>PROMEDIO</b>	<b>303.62</b>	<b>17.40</b>
<b>VALOR GUIA (OMS – 24h)<sup>1</sup></b>			<b>125.00</b>	<b>150.00</b>
<b>ESTANDAR (ECA – 24h)<sup>2</sup></b>			<b>365.00</b>	

(\*) Microgramos por metro cúbico.

(1) Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud OMS

(2) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire Decreto Supremo N° 074 – 2001 – PCM.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

**TABLA N° 4 PROMEDIO HORARIO DE DIÓXIDO DE AZUFRE**  
**CALIDAD DEL AIRE - OROYA**  
ESTACION DE MUESTREO: E-1 Escuela Estatal N° 31146 José A. Encinas

HORA	05-Mar	06-Mar	07-Mar	08-Mar	09-Mar	10-Mar	11-Mar	12-Mar	OMS-1 Hora
00:00		179.55	150.74	121.29	114.31	112.93	106.77	106.25	350
01:00		219.35	162.11	346.74	113.10	110.50	305.67	106.95	350
02:00		141.45	205.66	389.74	112.67	108.77	675.57	107.21	350
03:00		79.25	293.61	219.31	119.60	111.37	207.83	108.16	350
04:00		70.70	235.17	213.07	139.62	109.11	177.84	91.09	350
05:00		72.15	183.76	156.00	237.55	115.01	273.78	108.33	350
06:00		86.00	169.07	143.26	199.85	109.81	187.37	106.95	350
07:00		168.53	176.80	127.66	182.87	111.80	786.24	104.00	350
08:00		183.38	215.48	145.99	174.11	110.93	1093.82	105.91	350
09:00		91.28	329.42	124.41	144.13	980.63	244.05	465.14	350
10:00		59.90	332.74	152.23	400.57	1255.80	524.77	1949.65	350
11:00		54.65		119.51	1117.48	110.76	106.17	241.28	350
12:00		54.08		103.65	239.63	95.51	90.74	94.38	350
13:00		60.55		112.58	103.05	92.47	87.01		350
14:00		53.30		219.61	98.45	91.09	89.09		350
15:00		51.93		128.96	96.72	93.25	92.99		350
16:00		54.40	261.95	176.28	97.07	91.87	195.09		350
17:00		55.15	107.12	127.05	99.06	96.55	259.48		350
18:00		57.63	107.77	120.12	101.82	98.38	96.82		350
19:00	149.24	57.58	113.88	115.70	101.75	97.76	124.37		350
20:00	144.95	82.08	120.12	115.61	102.27	100.36	299.78		350
21:00	145.54	58.48	111.41	117.35	105.04	101.05	142.83		350
22:00	107.90	58.90	112.84	112.58	104.35	102.18	193.35		350
23:00	279.37	57.85	120.12	113.45	105.99	98.71	151.06		350

**Nota: Los valores están expresados en microgramos por metros cúbicos (ug/m3)**

Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud OMS



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

**TABLA N° 3 PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSIÓN Y PARTICULAS MENORES A 2.5 MICRAS  
CALIDAD DEL AIRE - OROYA**

CODIGO	ESTACION DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN (ug/m3)*	
			Partículas Totales en Suspensión	Partículas Menores a 2.5 Micras
E – 1	Escuela Estatal José Antonio Encinas	05 de Marzo	86.22	<b>266.12</b>
		06 de Marzo	40.65	<b>56.99</b>
		07 de Marzo	182.29	<b>79.42</b>
		08 de marzo	71.43	<b>32.09</b>
		09 de Marzo	184.29	<b>21.67</b>
		10 de Marzo	175.48	<b>54.05</b>
		11 de marzo	99.05	<b>42.98</b>
		<b>PROMEDIO</b>	<b>119.95</b>	<b>79.04</b>
E – 2	Local Comunal Comunidad Campesina Purísima Concepción de Paccha	05 de Marzo	5.83	17.71
		06 de Marzo	27.27	---
		07 de Marzo	13.90	49.15
		08 de marzo	17.74	10.83
		09 de Marzo	20.07	10.12
		10 de Marzo	62.62	24.48
		11 de marzo	39.74	8.01
		<b>PROMEDIO</b>	<b>26.74</b>	<b>20.05</b>
E – 3	Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco	06 de Marzo	145.44	37.64
		07 de Marzo	103.36	40.74
		08 de marzo	118.67	31.16
		10 de Marzo	110.39	28.24
		11 de marzo	81.30	29.80
		<b>PROMEDIO</b>	<b>111.83</b>	<b>33.52</b>
E – 4	P.S. CLAS Huaynacancha	06 de Marzo	22.97	51.79
		07 de Marzo	32.89	28.32
		08 de marzo	38.51	15.90
		09 de Marzo	53.36	20.87
		10 de Marzo	39.63	19.97
		11 de marzo	35.19	23.21
		<b>PROMEDIO</b>	<b>37.09</b>	<b>26.68</b>
<i>ESTANDAR (US EPA - 24h)<sup>1</sup></i>			<b>260.00</b>	
<i>VALOR REFERENCIAL (ECA – 24h)<sup>2</sup></i>			<b>-</b>	<b>65.00</b>

(\*) Microgramos por metro cúbico.

(1) Estándar de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos

(2) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire Decreto Supremo N° 074 – 2001 – PCM.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

**TABLA N° 4 PROMEDIO HORARIO DE PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS CALIDAD DEL AIRE - OROYA**  
ESTACION DE MUESTREO: E-1 Escuela Estatal N° 31146 José A. Encinas

HORA	05-Mar	06-Mar	07-Mar	08-Mar	09-Mar	10-Mar	11-Mar	12-Mar
00:00:05	36.3	195.2	44.8	145.1	13.2	125	151.4	68.4
01:00:05	203.8			178.1	26.5	136.9	172.9	73.3
02:00:05		44.8	204.3	508	23.9	109.6	959.1	73.5
03:00:05		410.1	36.4	383.2	20.6	149.6	1040	76.6
04:00:05		242.6	17.2	209.5	17.4	103.9	62.9	85.9
05:00:05		16.3	13.8	216	27.5	106.8	68.4	80.3
06:00:05		71.4	12.8	97.1	29.2	82	194.4	59.4
07:00:05		111.4	30.4		51	108.7	47.7	85.5
08:00:05		216.9	41.3	402.7	52.3	105.7	106.9	75.9
09:00:05		233	37.2	98.8	24.8	99.6	209.3	43.8
10:00:05		128.5	72.6	75.3	40.5	249	77.6	79.4
11:00:05		289.3	63.4	40.8	91.8	285.6	138.5	252.7
12:00:05				37.8	176.2	42.2	30.5	61.8
13:00:05		65.4		77.2	108.3	66.7	32.6	
14:00:05		237.8		47.7	25.5	70.7	52	
15:00:05		29.7	96.3	168.9	52.1	73.3	53.3	
16:00:05		75.1	234	315.8	78.6	96.1	36.1	
17:00:05		74.5	179.6	643.5	47.3	109.2	164.7	
18:00:05			97.8	77	63.6	83.9	102.7	
19:00:05		279.9	68.7	273	86.7	87.6	58.3	
20:00:05			71.1		78.5	72.1	180.7	
21:00:05		111.2	49.3	221.9	109.8	81.3	192.3	
22:00:05		24.2	64.3	22.3	52.3	166.5	94.6	
23:00:05		64	71.5	10.3	55.6	97.2	186.1	

Nota: Los valores están expresados en microgramos por metros cúbicos (ug/m3)

**TABLA N° 5 PROMEDIO DIARIO DE PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS CALIDAD DEL AIRE - OROYA**  
ESTACION DE MUESTREO: E-1 Escuela Estatal José Antonio Encinas

DIAS	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DIARIO (ug/m3)*	ESTÁNDAR (ECA-24 h) <sup>1</sup> (ug/m3)*
05 de Marzo	120.05	150
06 de Marzo	146.07	150
07 de Marzo	75.34	150
08 de Marzo	193.18	150
09 de Marzo	56.38	150
10 de Marzo	112.88	150
11 de Marzo	183.85	150
12 de Marzo	85.88	150

(\*) Microgramos por metro cúbico.

(1) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. Decreto Supremo N° 074 – 2001 – PCM.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

**TABLA N° 6 METALES PESADOS: PLOMO, COBRE, MANGANESO, FIERRO Y ZINC. CALIDAD DEL AIRE - OROYA**

CÓDIGO	ESTACION DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN (ug/m <sup>3</sup> )*			
			Pb	Cu	Mn	Fe
E – 1	Escuela Estatal José Antonio Encinas	05 de Marzo	6.064	0.07	0.07	2.83
		06 de Marzo	1.351	0.04	0.03	0.86
		07 de Marzo	14.183	0.08	0.18	4.73
		08 de marzo	4.414	0.04	0.04	1.27
		09 de Marzo	2.861	0.14	0.13	3.35
		10 de Marzo	15.084	0.11	0.13	4.10
		11 de marzo	5.009	0.04	0.08	2.59
<b>PROMEDIO</b>			<b>6.995</b>	<b>0.07</b>	<b>0.09</b>	<b>2.82</b>
E – 2	Local Comunal Comunidad Campesina Purísima Concepción de Paccha	05 de Marzo	0.014	0.01	---	0.17
		06 de Marzo	0.685	0.01	0.01	0.36
		07 de Marzo	0.023	0.01	--	0.14
		08 de marzo	0.090	0.02	0.01	0.23
		09 de Marzo	0.064	0.02	0.01	0.35
		10 de Marzo	3.340	0.02	0.03	1.05
		11 de marzo	0.073	0.02	0.02	0.69
<b>PROMEDIO</b>			<b>0.613</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.43</b>
E – 3	Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco	06 de Marzo	1.645	0.02	0.11	2.29
		07 de Marzo	0.842	0.22	0.08	1.88
		08 de marzo	0.885	0.23	0.10	2.07
		10 de Marzo	1.686	0.06	0.10	2.17
		11 de marzo	0.997	0.04	0.06	1.43
<b>PROMEDIO</b>			<b>1.211</b>	<b>0.11</b>	<b>0.09</b>	<b>1.97</b>
E – 4	P.S. CLAS Huaynacancha	06 de Marzo	0.826	0.06	0.01	0.26
		07 de Marzo	0.442	0.08	0.01	0.35
		08 de marzo	0.576	0.12	0.02	0.65
		09 de Marzo	0.925	0.22	0.03	1.03
		10 de Marzo	0.955	0.13	0.03	0.67
		11 de marzo	0.700	0.01	0.02	0.63
<b>PROMEDIO</b>			<b>0.737</b>	<b>0.10</b>	<b>0.02</b>	<b>0.60</b>
<b>ESTANDAR (ECA – mensual)<sup>1</sup></b>			<b>1.5</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

(\*) Microgramos por metro cúbico.

(1) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire Decreto Supremo N° 074 – 2001 – PCM.



**MINISTERIO DE SALUD**  
 Dirección General de Salud Ambiental  
 “DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

**TABLA N° 8 DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DE VIENTO  
 CALIDAD DEL AIRE – OROYA**

ESTACION	FECHA	HORA	TEMP. (C°)	DIRECCIÓN DE VIENTO	VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)
E-1 Escuela Estatal José Antonio Encinas	07-MARZO	11:40	14.8	SE→NW	0.2 – 0.9
	08-MARZO	10:35	14.5	SE→NW	0.9 – 2.2
	09-MARZO	09:25	09.8	NW→SE	0.3 – 1.3
	10-MARZO	10:32	19.5	NW→SE	0.3 – 1.5
	11-MARZO	11:02	14.0	SE→NW	0.5 – 0.9
	12-MARZO	11:55	17.8	SE→NW	0.4 – 1.8
E-2 Local Comunal Comunidad Campesina Purísima Concepción de Paccha	05-MARZO	12:40	12.2	S→N	1.4 – 4.2
	06-MARZO	14:25	16.8	NW →SE	1.0 – 2.2
	07-MARZO	16:05	19.8	SE →NW	1.0 – 2.4
	08-MARZO	15:07	8.4	SE →NW	2.2 – 3.5
	09-MARZO	14:00	18.0	N →S	0.8 – 2.8
	10-MARZO	14:22	15.5	S →N	5.3 – 10.5
E-3 Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco	05-MARZO	15:27	15.0	E →W	1.0 – 3.4
	06-MARZO	16:25	10.0	SE →NW	0.4 – 0.6
	07-MARZO	17:50	10.5	NE →SW	2.0 – 4.6
	08-MARZO	16:10	7.8	NE → SW	2.7 – 4.3
	10-MARZO	09:08	11.4	NE → SW	0.4 – 1.4
	11-MARZO	10:06	14.6	N → S	0.1 – 0.9
E-4 P.S. CLAS Huaynacancha	06-MARZO	09:50	19.3	N→S	1.5 – 3.6
	07-MARZO	09:55	10.8	NE→SW	0.9 – 2.2
	08-MARZO	09:25	10.5	N →S	1.9 – 3.3
	09-MARZO	08:48	8.5	CALMA	-----
	10-MARZO	08:27	9.1	N → S	0.5 – 0.9
	11-MARZO	09:13	11.8	N →S	0.3 – 0.9
	12-MARZO	08:15	10.0	S →N	0.3 – 0.5



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

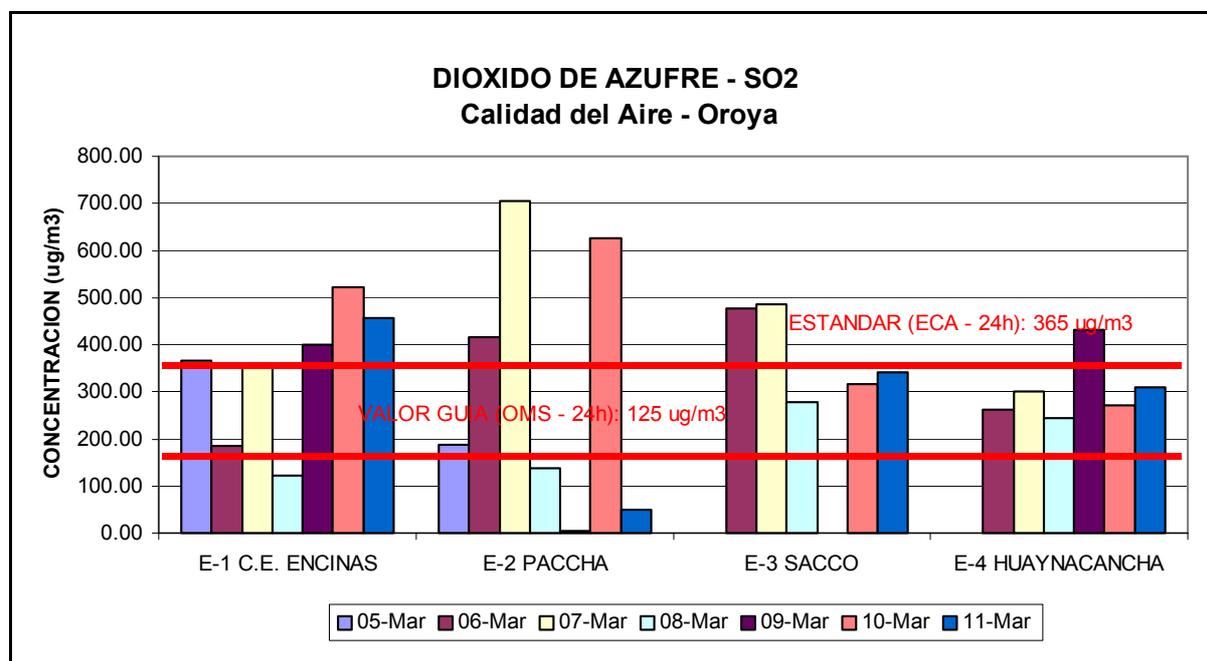
Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

## 6.0 ANALISIS DE RESULTADOS

### Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)- Método Activo

Las concentraciones individuales de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) obtenidas en las estaciones de muestreo ubicadas en la Ciudad de la Oroya se encuentran entre 4.66 µg/m<sup>3</sup> y 705.06 µg/m<sup>3</sup>. El menor valor se determinó el día 09 de marzo y el mayor valor el día 07 de Marzo, ambos en la estación de muestreo ubicada en el local de la Comunidad de Paccha. Las concentraciones promedio por estación de muestreo fueron más altas en E-3 (Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco) y E-1 (Escuela estatal de José A. Encinas).

Del total de datos obtenidos, el 44% de valores individuales de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) determinados en las estaciones de muestreo exceden el Estándar de Calidad Ambiental del Aire (ECA) de 365 µg/m<sup>3</sup> para 24 horas. Lo obtenido en E-1 (Escuela Estatal de Menores José A. Encinas) representa el 20% del total que excede el referido Estándar. Si se compara los valores obtenidos con el Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud, puede observarse que la mayoría de valores excede dicho Valor Guía.



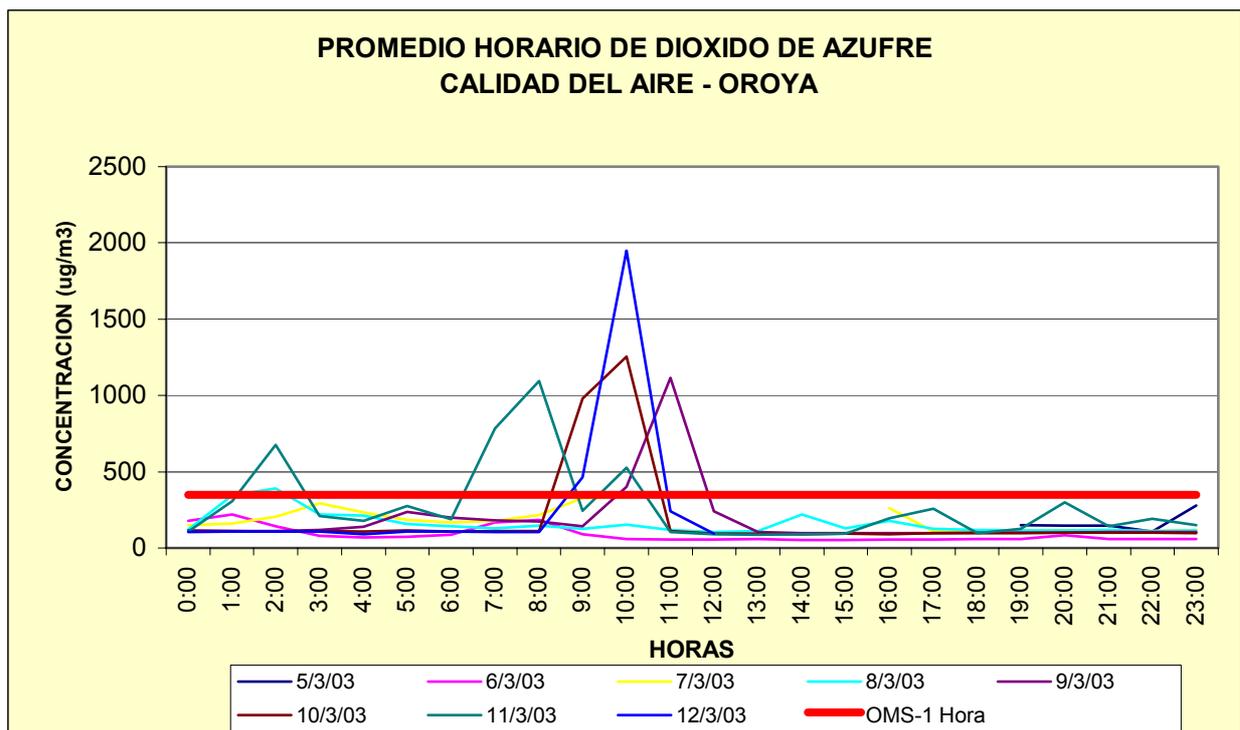


**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

**Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)- Método Automático**

Las concentraciones de Dióxido de Azufre por el método automático se realizó en la estación de monitoreo ubicada en la Escuela Estatal de Menores José Antonio Encinas. Los resultados horarios más elevados se registraron en entre las 08:00 horas y 11:00 horas de la mañana. En ese intervalo las concentraciones promedio horaria de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) muy por encima del Valor Guía de la organización Mundial de la Salud (OMS) de 350 ug/m<sup>3</sup> como promedio para 1 hora. El Dióxido de Azufre presentó valores elevados, por encima del mencionado Valor Guía, los días 09, 10, 11 y 12 de Marzo del 2003.





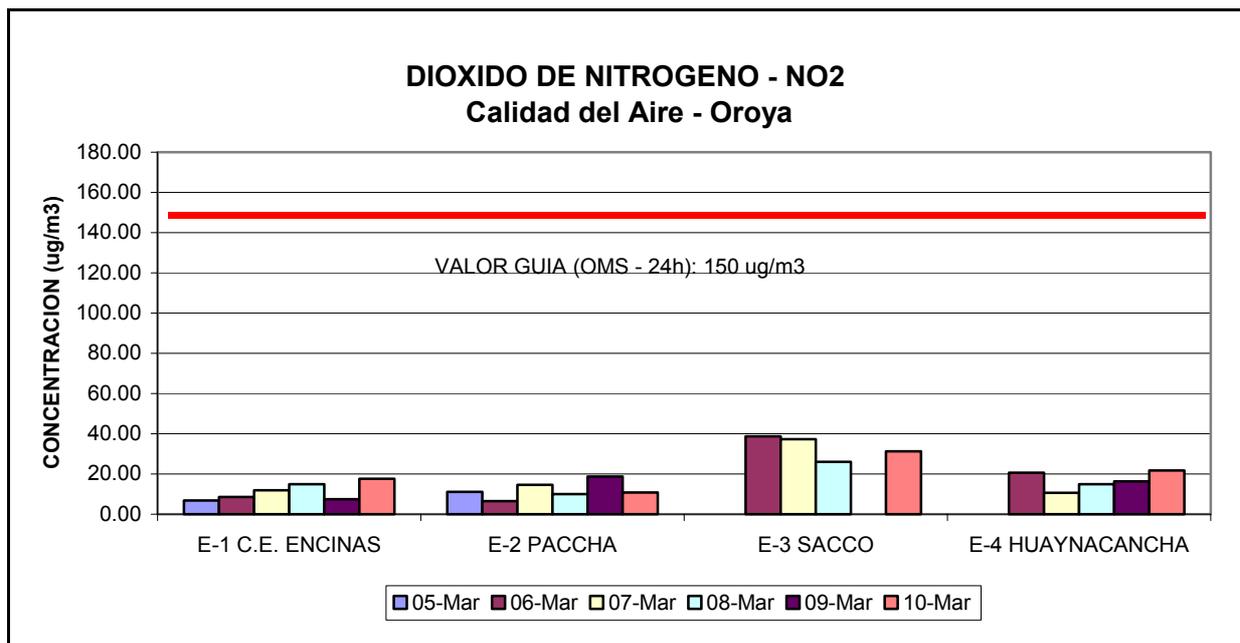
**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

### Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Los resultados obtenidos de Dióxido Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), en el presente estudio, varían entre 6.53 µg/m<sup>3</sup> y 38.66 µg/m<sup>3</sup>. El valor mínimo se registró en la estación de muestreo E-2 (local de la Comunidad de Paccha) y el valor máximo se registró en la estación de muestreo E-3 (Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco). En esta última estación de muestreo, también se obtuvo la concentración promedio máxima con respecto a las demás estaciones.

Todos los valores obtenidos, así como los promedios por estación de NO<sub>2</sub>, obtenidos 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/m<sup>3</sup> para 24 horas.





**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

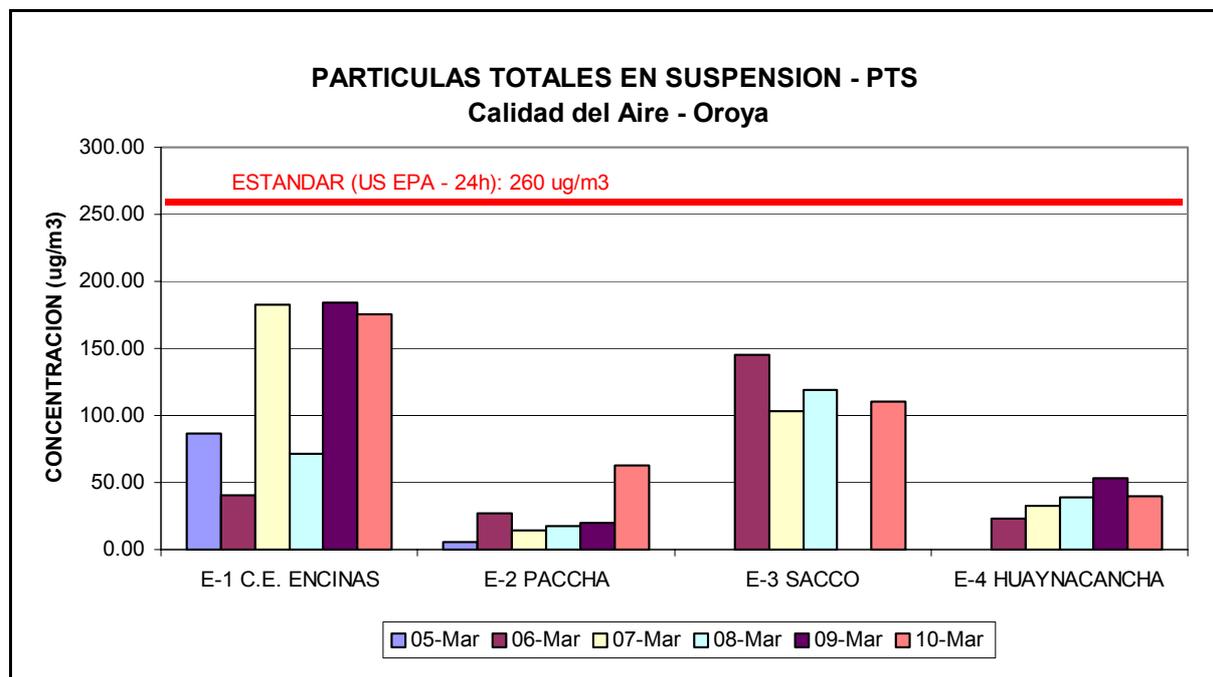
Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

### Partículas Totales en Suspensión (PTS)

En cuanto a los resultados obtenidos de Partículas Totales en Suspensión (PTS) determinadas en las estaciones de muestreo ubicadas en la Ciudad de la Oroya, se puede apreciar que dichos resultados se encuentran oscilando entre  $5.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $184.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El menor valor se determinó en la estación de muestreo E-2 (local de la Comunidad de Paccha) y la mayor concentración se obtuvo en la estación de muestreo E-1 (Escuela Estatal de Menores José A. Encinas).

La concentración promedio de Partículas Totales en Suspensión obtenida en la estación de muestreo E-1 (Escuela Estatal de Menores José A. Encinas) fue la más alta con relación a la concentración promedio obtenida en las demás estaciones de muestreo.

Al comparar 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 los resultados individuales obtenidos en las estaciones de muestreo están por debajo del referido estándar.





**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

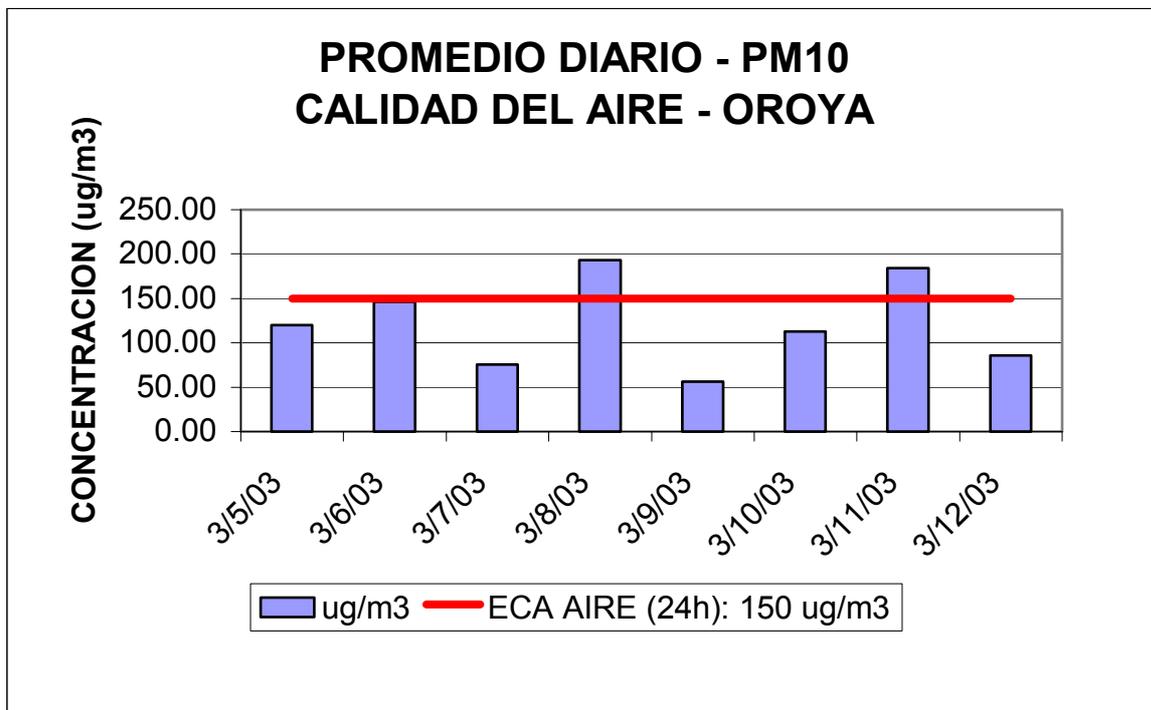
Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

**Partículas Menores a 10 Micras (PM10) –Método automático**

Las Partículas Menores a 10 Micras (PM10) fueron obtenidas solamente en la estación de monitoreo E-1 (Escuela Estatal de Menores José A. Encinas), ubicada en la Oroya Antigua; las concentraciones promedio diarias se encuentran entre 56.38 ug/m<sup>3</sup> y 193.18 ug/m<sup>3</sup>, determinándose el menor valor el día 09 de Marzo y el mayor valor el día 08 de Marzo.

Comparando los promedios diarios con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire de 150 ug/m<sup>3</sup> para 24 horas, se tiene que en los días 08 y 11 de Marzo se excedieron el mencionado estándar.

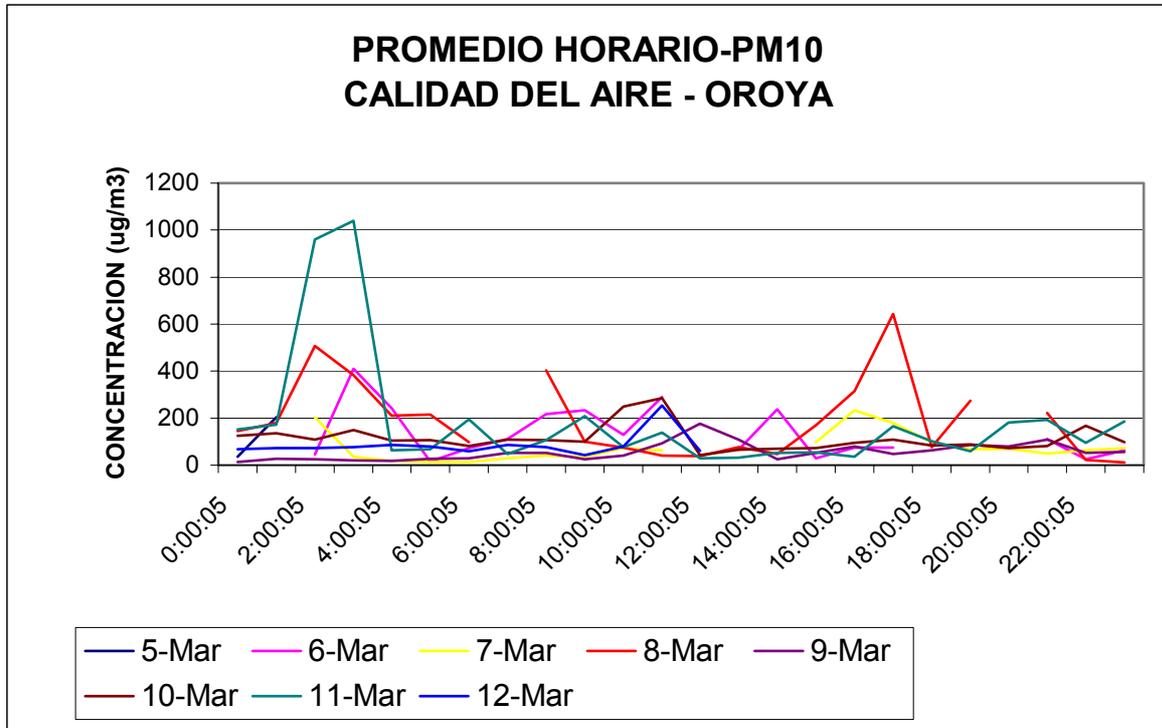
En general, en los promedios horarios de PM10 se registran picos elevados entre las 02:00 horas y las 12:00 horas, algunos días por las mañanas. Las concentraciones pico máxima de 959.1ug/m<sup>3</sup> y 1040 ug/m<sup>3</sup> se determinaron el día 11 de Marzo.





**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe



### Partículas Menores a 2.5 Micras (PM<sub>2.5</sub>)

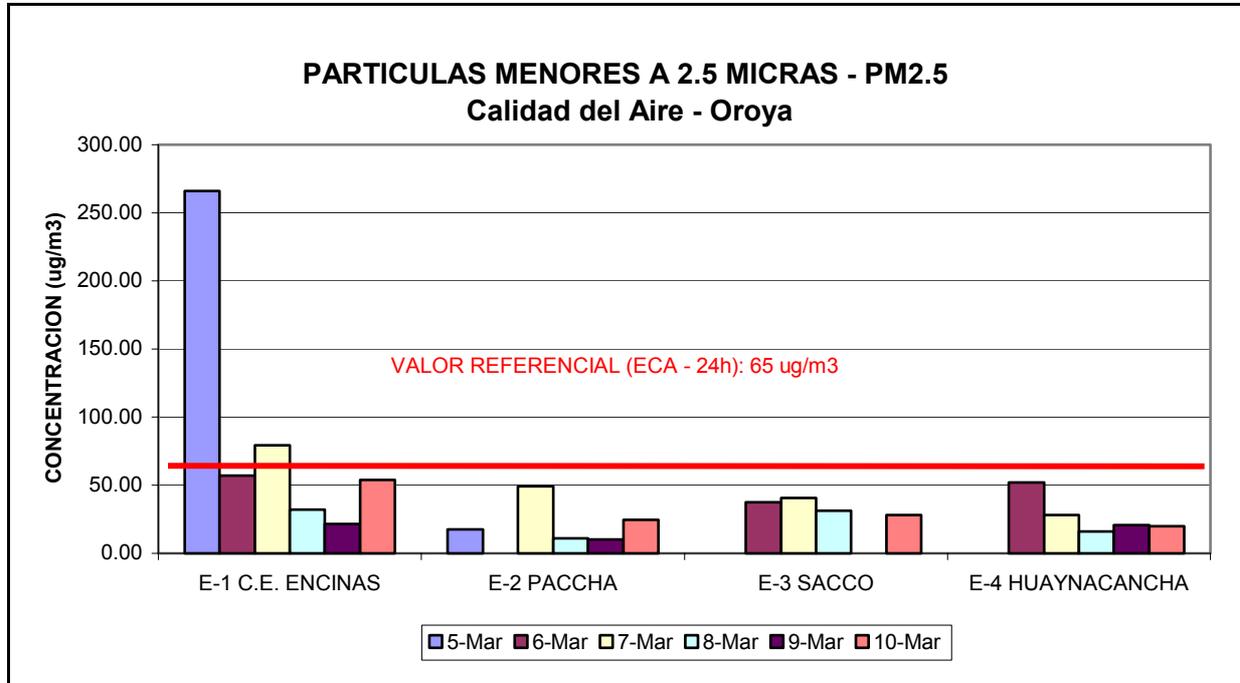
La menor concentración (valor individual y valor promedio) de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM<sub>2.5</sub>) se obtuvo en la estación de muestreo E-2 (local de la Comunidad de Paccha), mientras que la mayor concentración (valor individual y valor promedio) se halló en la estación de muestreo E-1 (Escuela Estatal de Menores José A. Encinas).

Comparando los valores obtenidos con el Valor Referencial de 65 µg/m<sup>3</sup> para 24 horas, se puede apreciar que solamente dos valores obtenidos en la estación de muestreo E-1, los días 05 y 07 de Marzo, exceden el mencionado estándar.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe



### Plomo en PTS

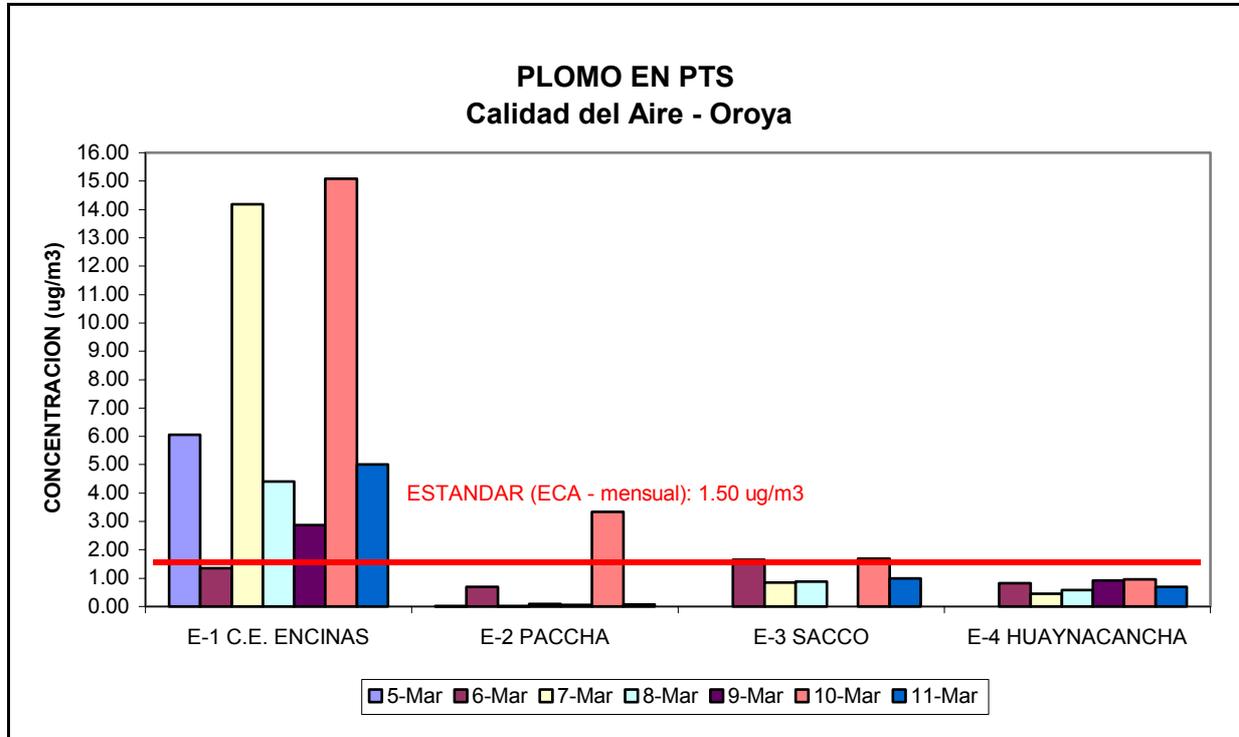
Las concentraciones más elevadas de plomo se encontraron en la estación de muestreo E-1 (Escuela Estatal de Menores José A. Encinas) ubicada en la oroya Antigua, mientras que las concentraciones más bajas se hallaron en la estación de muestreo E-2 (local de la Comunidad de Paccha). Las concentraciones promedio por estación de muestreo tuvieron el mismo comportamiento, es decir el valor más alto se determinó en E-1 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, las concentraciones promedio mensual obtenido en E-1, estarían muy por encima del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire de  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio mensual.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe



### 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 la estación de muestreo E-1(Escuela Estatal José Antonio Encinas) y E-3 (Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco).

En cuanto al Cobre, las concentraciones promedio más altas se determinaron en E-3 (Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco) y en E-4 (P.S. CLAS Huaynacancha).

### Dirección y velocidad del viento

Las mediciones de dirección del viento, así como temperatura ambiental se realizó desde el 05 al 12 de Marzo, en el horario comprendido entre las 7:00 y 17:00 horas. La dirección dominante fue de Sur a Norte y Sur-Este a Nor-Oeste en la estación E-1 (Escuela Estatal José Antonio Encinas) y E-2 (Local Comunal Comunidad Campesina Purísima Concepción de Paccha) respectivamente, y de Nor-Este a Sur-Oeste y de Norte a Sur en E-3 (Municipalidad Distrital Santa Rosa de Sacco) y E-4 (P.S. CLAS Huaynacancha) respectivamente.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

## 7. CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad del aire realizada del 04 al 12 de Marzo de 2003 representan puntualmente el estado de la Calidad del Aire de la Ciudad de la Oroya en dicho período y constituye para fines de los Estudios de Línea Base el correspondiente a la temporada de lluvias.
2. 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) y Partículas Menores a 2.5 Micras (PM2.5) se encontraron en la estación de muestreo ubicada en la Escuela Estatal de Menores José Antonio Encinas, el cual se localiza en la Oroya Antigua y frente a fundición de la empresa DOE RUN. Las concentraciones de PM2.5 superan el Valor Referencial de Calidad del Aire en la estación E-1 (Escuela Estatal de Menores José Antonio Encinas).
3. En cuanto a Partículas Menores a 10 Micras (PM10), las concentraciones promedio de 24 horas, registrados en la Escuela Estatal de Menores José Antonio Encinas ubicado en la Oroya Antigua, están superando el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire para dicho contaminante los días 6, 8 y 11 de Marzo del 2003. La concentración horaria de PM10 durante el día presentó los mayores incrementos en horas de la mañana, entre las 00:00 horas y 05:00 horas.
4. Las concentraciones promedio diarias de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) estuvieron por debajo de su respectivo Valor Guía. En el caso de Dióxido de azufre, los valores hallados en las estaciones de muestreo exceden en casi la totalidad de datos el Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud, pero al comparar con el Estándar de Calidad Ambiental del Aire, se excede solamente en el 44 % de valores.
5. El resultado de las mediciones continuas de Dióxido de Azufre realizadas en la estación de monitoreo ubicada en la Escuela Estatal de Menores José Antonio Encinas permitió observar resultados horarios, cuyos valores más elevados se registran entre las 08:00 horas y 11:00 horas de la mañana. En ese rango las concentraciones de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) se encuentran sobrepasando el Valor Guía de la organización Mundial de la Salud (OMS) de 350 ug/m<sup>3</sup> como promedio para 1 hora.
6. Las concentraciones de plomo en PTS presentaron valores más elevados en la estación de muestreo E-1 (Escuela estatal José A. Encinas), ubicada en la Oroya Antigua. Si las concentraciones de plomo se mantienen a lo largo del mes, los promedios mensuales de plomo estarían sobrepasando el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire como promedio mensual.
7. En general, la Dirección del viento dominante en la Ciudad de la Oroya, durante el período de estudio realizado, fue similar en la Oroya Antigua y Comunidad de Paccha, en ambas la procedencia era del Sur y Sur Este. En el caso de Santa Rosa de Sacco y Huaynacancha, la procedencia del viento fue del Norte y Nor-Este respectivamente.



**MINISTERIO DE SALUD**  
Dirección General de Salud Ambiental  
“DIGESA”

Las Amapolas N° 350 Lince Telf: 442-8353 - 442-8356  
Fax: Anexo 225 e-mail: postmast@digesa.sld.pe

RESPONSABLES DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE LA  
OROYA

Ing. Francisco Fuentes Paredes  
Ing. Mario Antonio Alcázar Rodríguez

AREA DE VIGILANCIA Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN  
ATMOSFÉRICA  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE ECOLOGÍA Y PROTECCIÓN DEL AMBIENTE  
DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL  
MINISTERIO DE SALUD

Mayo del 2003