

RED de VIGILANCIA de la CALIDAD del AIRE



ESTUDIO DE SATURACION Informe de Verano Resultados de la primera campaña de medición de la Calidad del Aire en el Area Metropolitana de Lima y Callao 2000

RED de VIGILANCIA de la CALIDAD del AIRE

CONTENIDO

- **Objetivos**
- **Definición y características de la Cuenca Atmosférica y área urbana**
- **Descripción del *Estudio de Saturación* y Sitios de Muestreo**
 - **Resultados**
 - **Conclusiones preliminares**

RED de VIGILANCIA de la CALIDAD del AIRE

Informe de Verano

OBJETIVOS

- **Definir la Cuenca Atmosférica del área metropolitana de Lima y Callao**
- **Obtener la distribución espacial de la contaminación atmosférica mediante una campaña de medición de la calidad del aire**

CUENCA ATMOSFERICA

Concepto

Es el espacio geográfico donde se emiten, concentran y reaccionan los gases y partículas contaminantes del aire en el Area Metropolitana de Lima y Callao (AMLC)

CUENCA ATMOSFERICA

Meteorología, condición Sinóptica

La Cuenca Atmosférica está gobernada por un dominio climático semipermanente: el **Anticiclón del Pacífico Sur**, que en conjunción con la Cordillera Occidental en Sudamérica produce un flujo constante de vientos del sur durante todo al año.

La **corriente de Humboldt** y el flujo de aire del anticiclón aumentan la humedad relativa del aire formando nubosidades estratiformes y nieblas típicas en la costa, más intensas en invierno que en verano.

CUENCA ATMOSFERICA

Descripción topográfica

La Cuenca Atmosférica del área metropolitana de Lima y Callao es una cuenca abierta al oeste por el océano Pacífico y limitada al este por la cordillera de Los Andes, constituyéndose como un corredor de vientos que sigue la línea costera.

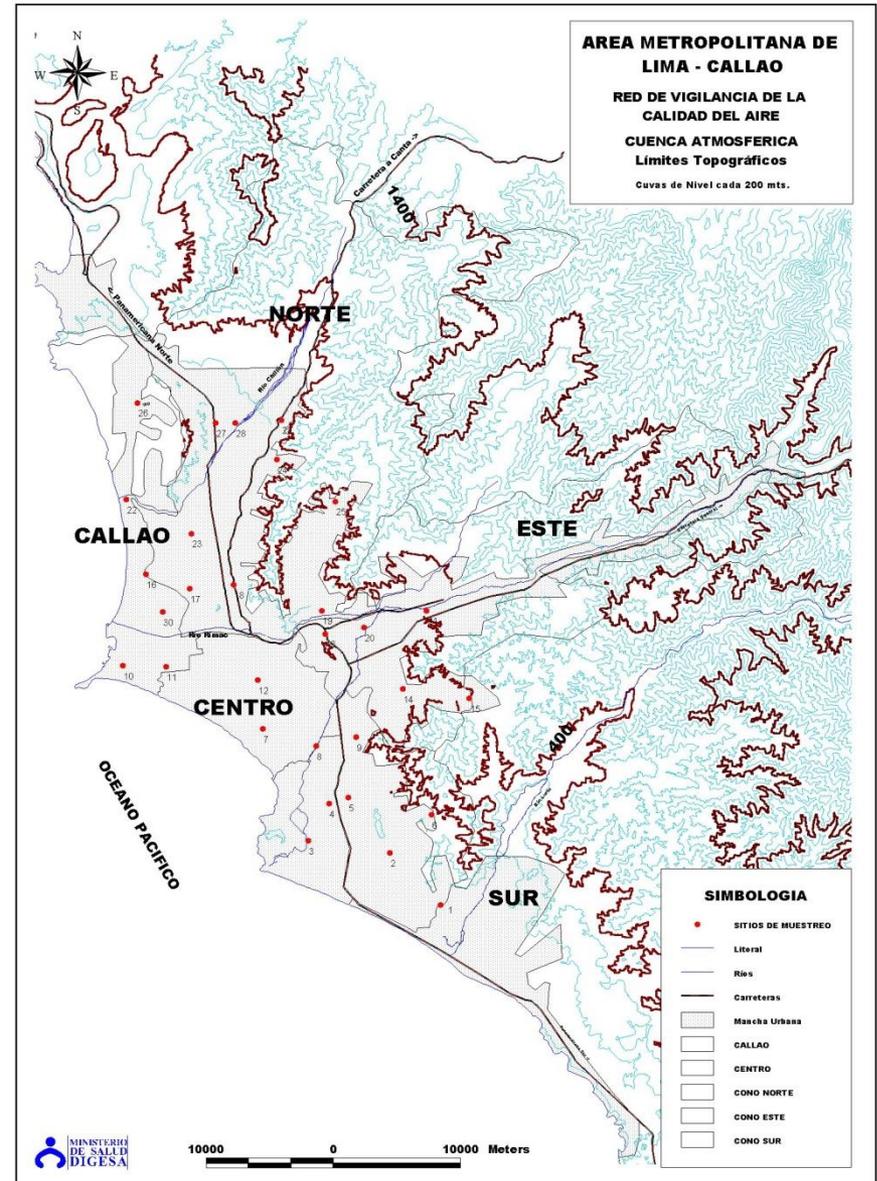
Sin límites topográficos relevantes al sur y sureste, se cierra parcialmente al norte con una ligera prominencia topográfica en las inmediaciones de la desembocadura del río Chillón, dominada por los cerros Candela, Oquendo y Respiro.

CUENCA ATMOSFERICA

Límites topográficos

La ciudad de Lima se desarrolla sobre una planicie costera de 10 km de ancho en promedio y una altura de 0 a 200 metros sobre el nivel del mar.

La planicie limita con cerros que aumentan rápidamente su elevación, creando condiciones meteorológicas únicas.



CUENCA ATMOSFERICA

Descripción

- ◆ En términos generales la Cuenca presenta buena ventilación en la componente horizontal, debido a la entrada constante de vientos provenientes del mar, con un gran aporte de humedad.
- ◆ En la vertical, la “inversión de subsidencia” se constituye en un techo virtual de nubes y nieblas, que le dan a la capa de mezcla una altura promedio de 500 metros.

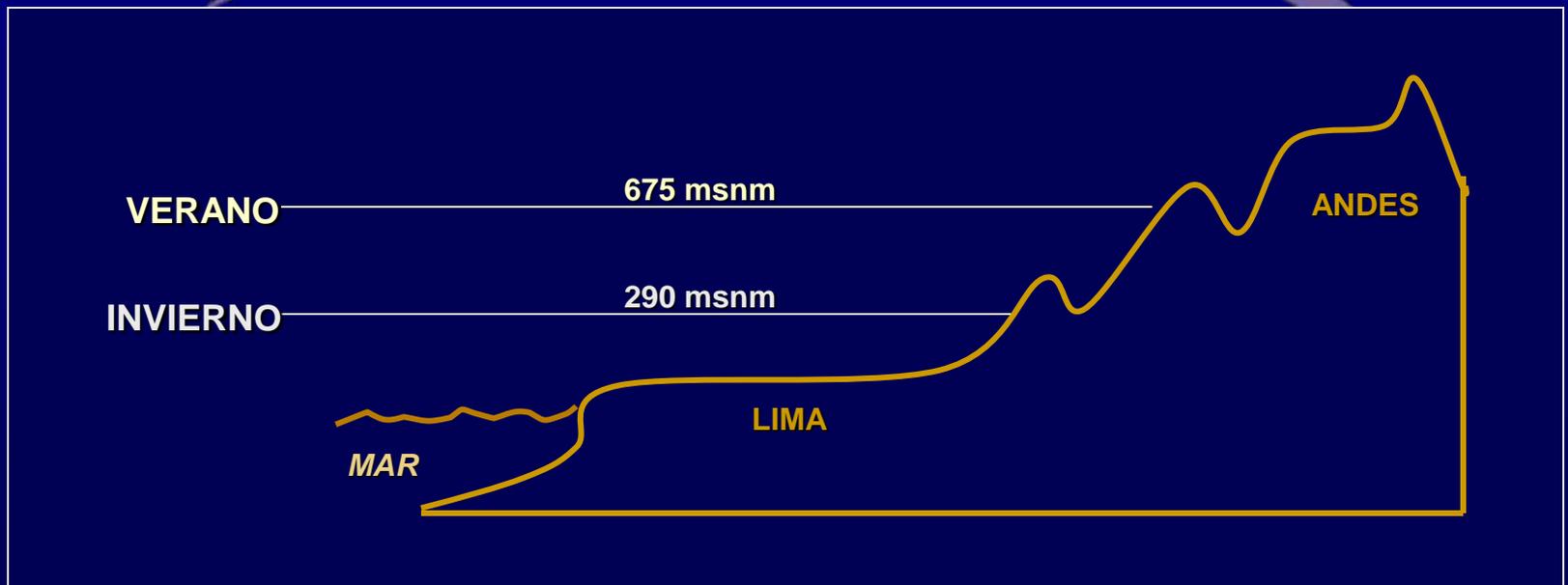
CUENCA ATMOSFERICA

Capa de mezcla

CAPA DE MEZCLA

Alturas según época del año,

conforme a la base de la "inversión térmica de subsidencia"



CUENCA ATMOSFERICA

Clima

El clima de la región es desértico, seco y subtropical:

No se presentan temperaturas extremas (29° C máx, 13° C mínima)

No existen precipitaciones pluviales que sean capaces de lavar la atmósfera (10 mm/año)

No existe cobertura vegetal natural ni en la planicie ni en la cordillera hasta 600 msnm

No se presentan tormentas con vientos huracanados o fuertes capaces de limpiar la atmósfera.

CUENCA ATMOSFERICA

Descripción de microcuencas

- ◆ Los “tentáculos” de la cordillera crean tres valles intermontanos y aislados en la zona este:
 - San Juan de Lurigancho
 - Rímac (*El Agustino, Santa Anita, Ate-Vitarte y Lurigancho*)
 - La Molina
 - y uno al norte:
 - El Chillón (*Los Olivos, Comas y Puente Piedra*)
- estos valles pueden denominarse microcuencas atmosféricas, pues son ambientes receptores de vientos y acumuladores de contaminación.

CUENCA ATMOSFERICA

Delimitación de microcuencas

Microcuenca
San Juan de Lurigancho

Microcuenca
Río Rímac

Microcuenca
Río Chillón

Microcuenca
La Molina

Cuenca Atmosférica
Lima-Callao



CUENCA ATMOSFERICA

Flujo de vientos dominantes



CUENCA ATMOSFERICA

Patrón de Vientos e insolación 1

- ◆ Los vientos dominantes son del Sur, Suroeste y Sureste
- ◆ La velocidad media del viento es débil (1 a 4 m/s), disminuye de la costa a la cordillera, presentándose un estancamiento en el área urbana central por efecto de la topografía
- ◆ En verano los vientos son más intensos y los días tienen más del 50% de horas de sol; en invierno menos de 20%

CUENCA ATMOSFERICA

Patrón de Vientos 2

- ◆ En las colinas del este se forma un “rotor” de vientos, que incrementa la velocidad y modifica el curso local de los mismos
- ◆ La dirección dominante de los vientos en La Molina y Lurigancho es del SW por efecto de la topografía
- ◆ Los contravientos de montaña y del norte son débiles e infrecuentes, pero influyen sensiblemente en la dispersión de contaminantes bajo condiciones de calma matutina

CUENCA ATMOSFERICA

*Flujo de estancamiento
en condiciones de viento débil*



CUENCA ATMOSFERICA

Condiciones de calma 1

VERANO

Hora	Procedencia	Calmas
7 am	SW, SE,S	65-79% de calmas
1 pm	S, SW	16% de calmas
7 pm	S,SE	4-18% de calmas

CUENCA ATMOSFERICA

Condiciones de calma 2

INVIERNO

Hora	Procedencia	Calmas
7 am	S, SE,SW	70-80% de calmas
1 pm	S, SW	20% de calmas
7 pm	S,SE,SW	25% de calmas

CUENCA ATMOSFERICA

Características Urbanas

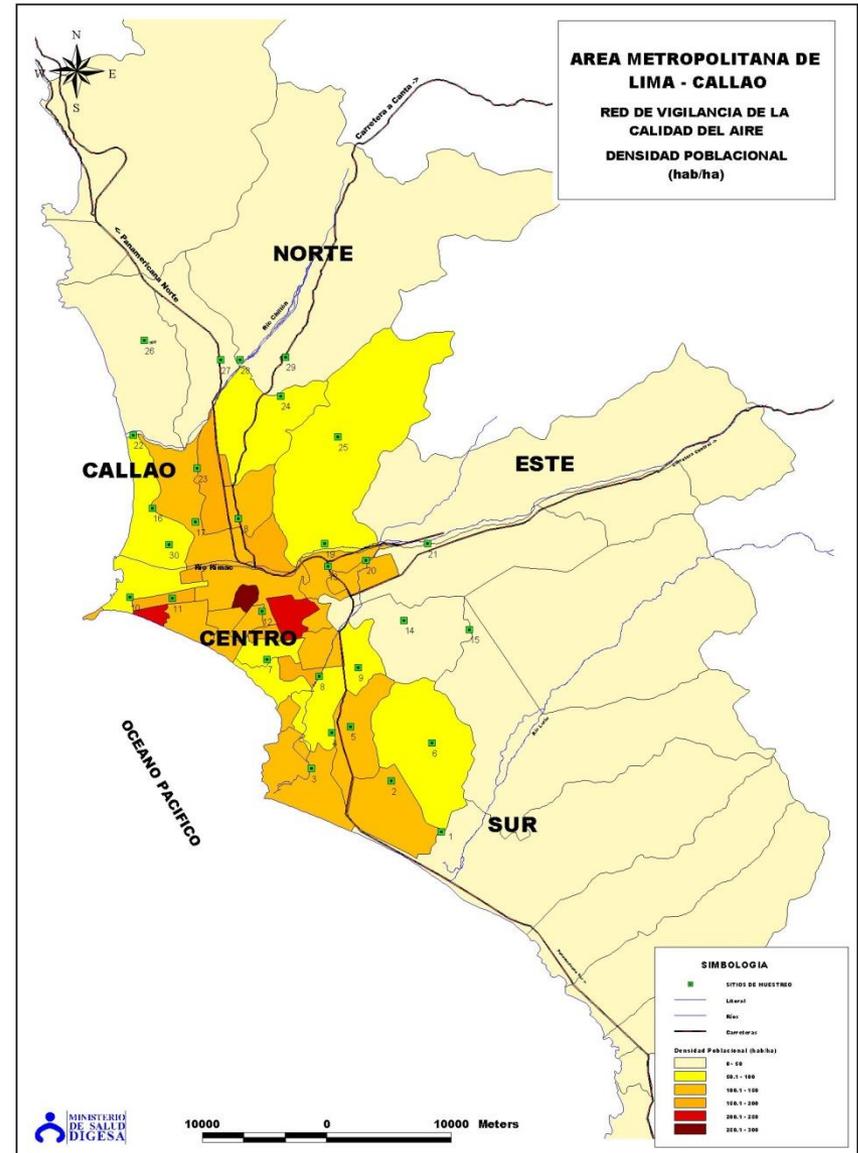
- ◆ Area Urbana Tentacular Monocéntrica, las principales avenidas del norte, este y sur confluyen al centro.
- ◆ Existen 5 ejes industriales principales:
 - Carretera Panamericana Norte
 - Av. Elmer Faucett
 - Puerto del Callao-Centro de Lima (Av's Argentina, Colonial y Venezuela)
 - Carretera Central (Av. Ramiro Priale)
 - Av. Pachacutec

CUENCA ATMOSFERICA

Características Urbanas

◆ Las zonas residenciales se ubican en las márgenes costeras, en el este y sur de la ciudad. En estas zonas no hay industria.

◆ Las zonas de ingreso medio y bajo se ubican al norte, centro y este principalmente. Al sur se extienden de manera irregular.



ESTUDIO DE SATURACION

Componentes generales

Se realizó del 27 de marzo al 8 de mayo del 2000, con la participación de personal y equipo de DIGESA y Swisscontact



Se dispuso de tubos pasivos para medir gases (O_3 , NO_2 y SO_2) de manera simultánea en 30 sitios distribuidos en el Area Metropolitana de Lima y Callao

ESTUDIO DE SATURACION

Componentes generales

Se dispuso de equipo de medición por principios activos de partículas (PTS, PM10 y PM2.5) y gases (CO, NO₂ y SO₂), que fueron utilizados en los mismos 30 sitios pero de forma alternada, en lapsos de muestreo que oscilaron de 1 a 5 días por sitio.



ESTUDIO DE SATURACION

Componentes generales

- Equipamiento y periodicidad de muestreo:**

100	Tubos pasivos* NO₂	mensual
200	Tubos pasivos* O₃	semanal
100	Tubos pasivos* SO₂	semanal
4	Trenes de muestreo NO₂ y SO₂	diario
1	Analizador automático SO₂	continuo
1	Analizador automático CO	continuo
5	Monitores Alto Volumen PTS	diario
2	Monitores Alto Volumen PM₁₀	diario
1	TEOM para PM₁₀	continuo
1	Monitor MiniVol PM_{2.5}	diario
30	Jarras Partículas Sedimentables	mensual

* Las muestras de tubos pasivos se tomaron por triplicado, con blancos de sitio y laboratorio

SITIOS DE MUESTREO

Criterios de Ubicación 1

- **Los sitios de muestreo se ubicaron conforme a una Cuadrícula de 5 x 5 kilómetros, colocando 29 sitios uno en cada cuadro, más los correspondientes al Aeropuerto, DIGESA y CONACO.**
- **Los sitios seleccionados fueron principalmente edificaciones bajo la administración del Ministerio de Salud o que presentaran facilidad de acceso y seguridad**

SITIOS DE MUESTREO

Criterios de Ubicación 2

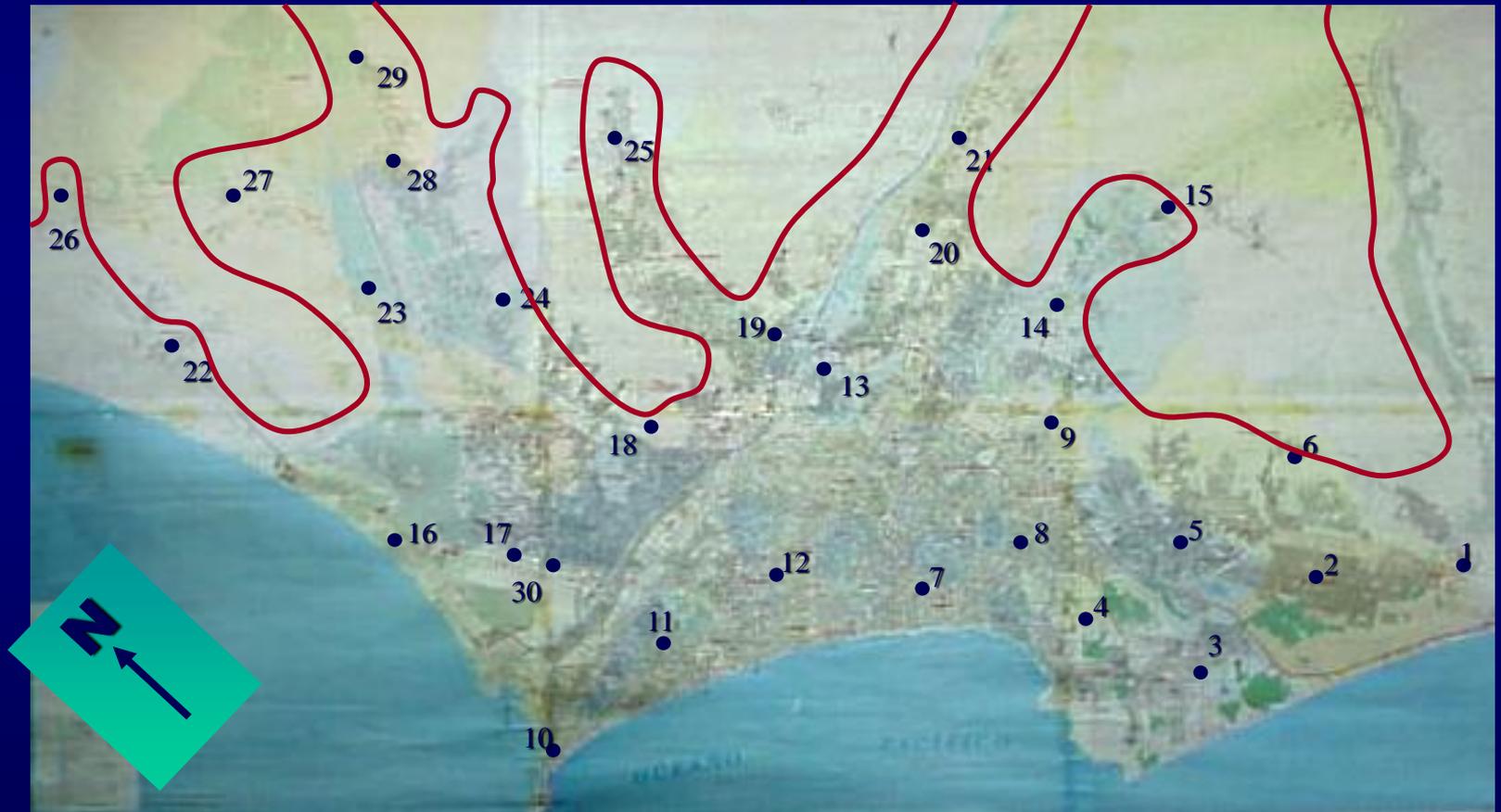
- **La altura mínima de la toma de muestra es de 3.5 metros**



- **Los sitios son representativos del uso del suelo urbano dominante en el distrito**
- **No se ubicaron sitios directamente en la vialidad y se ubicaron lejos de vialidades con alto flujo vehicular**

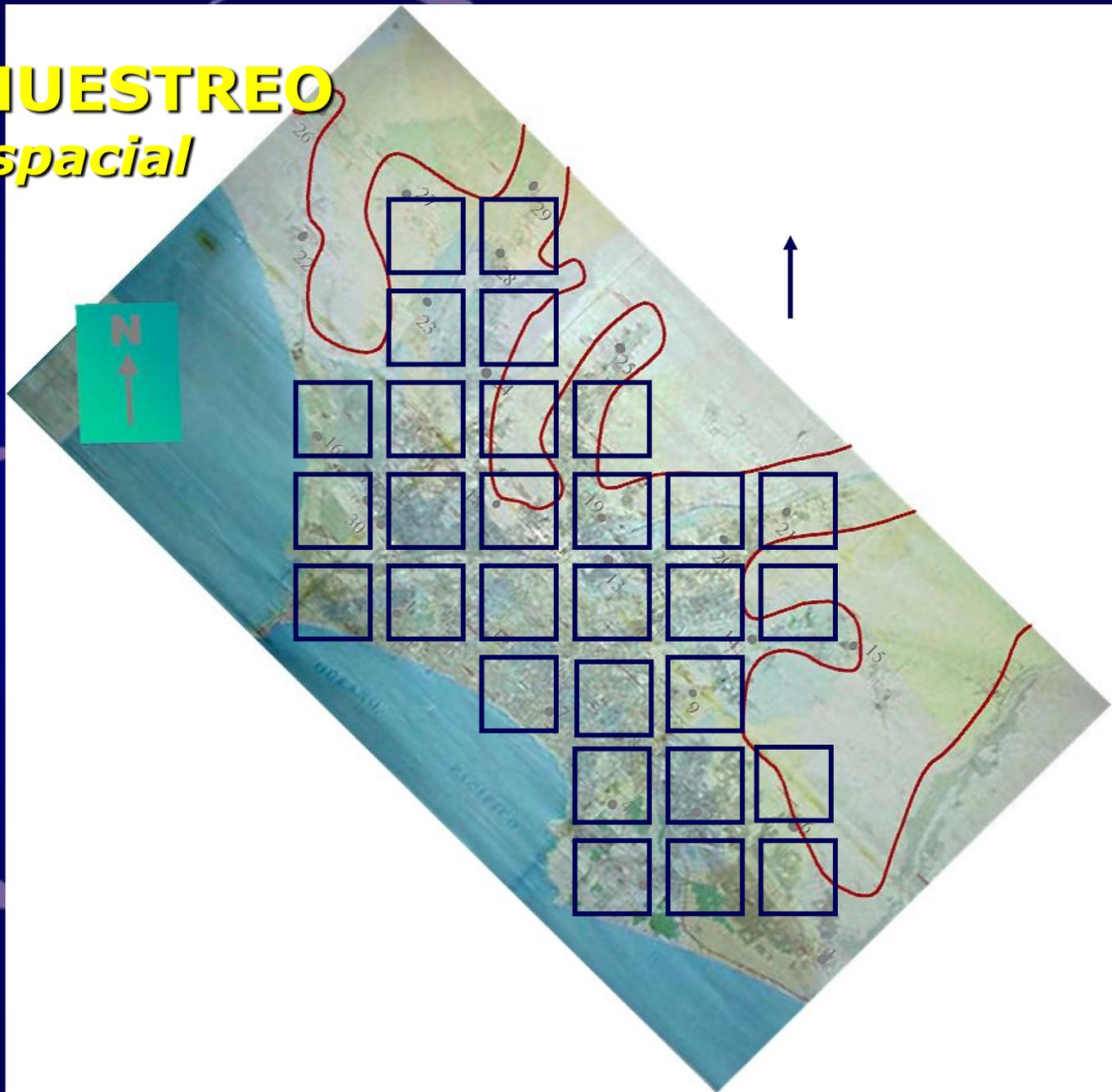
SITIOS DE MUESTREO

Distribución espacial



SITIOS DE MUESTREO

Distribución espacial



SITIOS DE MUESTREO

*Distribución por DISURS**



SITIOS DE MUESTREO

5 DISURS, 38 distritos

NORTE

Carabaylo
Rímac
Puente Piedra
Independencia
Los Olivos
Comas
San Juan de Lurigancho
San Martín de Porres

CALLAO

Callao
La Punta
La Perla
Bellavista
Carmen de la Legua
Ventanilla

ESTE

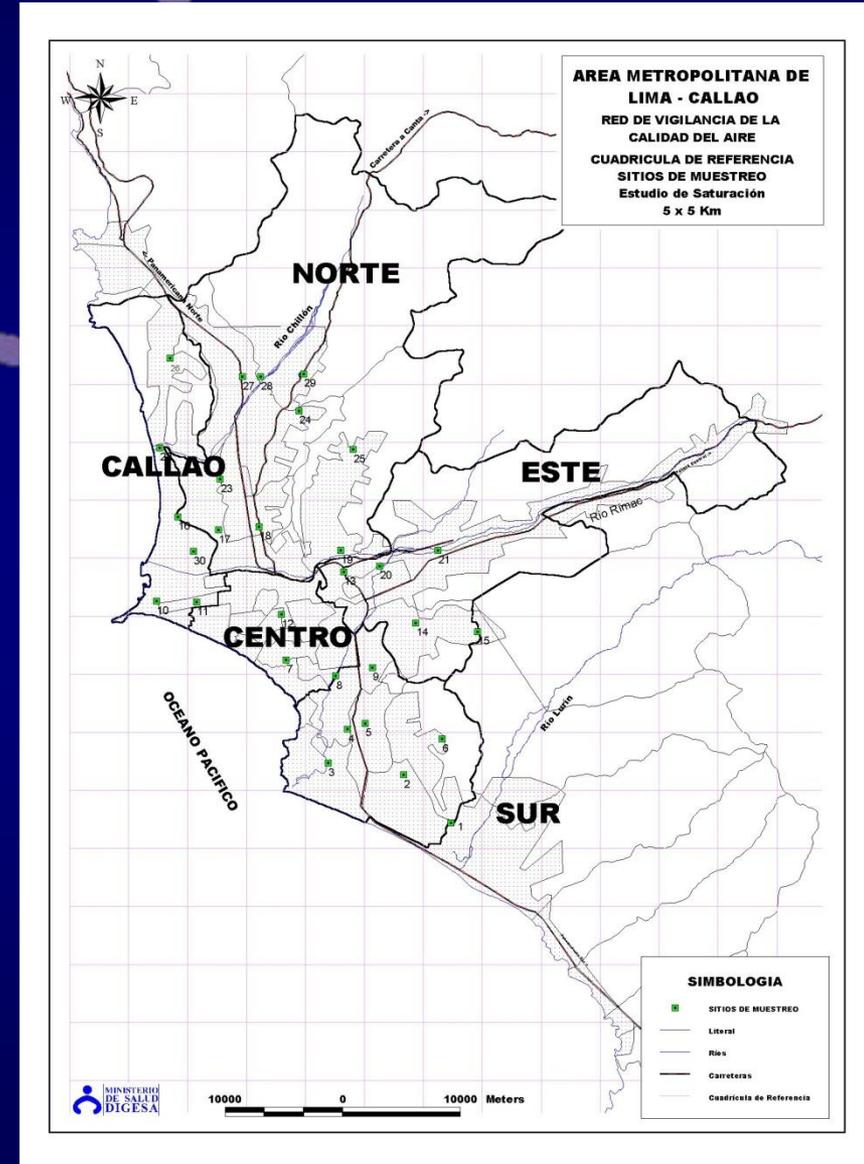
El Agustino
Ate-Vitarte
La Molina
Santa Anita
Lurigancho

CENTRO

San Luis
La Vistoria
Pueblo Libre
Miraflores
Breña
San Isidro
Lince
San Miguel
Jesús María
San Borja
Surquillo
Magdalena
Lima Crecado

SUR

Barranco
Santiago de Surco
Chorrillos
San Juan de Miraflores
Villa María del Triunfo
Villa El Salvador



SITIOS DE MUESTREO

Usos del Suelo predominantes

NORTE	17	18	19	23	24	25	27	28	29	Mixto - R/I
ESTE	13	14	15	20	21	Mixto- Residencial/Industrial				
SUR	1	2	3	4	5	6	9	Residencial		
CENTRO	7	8	12	Mixto- Residencial/Comercial						
CALLAO	10	11	16	22	26	30	Mixto - - R/I/C			

SITIOS DE MUESTREO

Población por cono

	POBLACION	# sitios	DENSIDAD
NORTE	2'821,898	9	Baja
ESTE	883,665	5	Media
SUR	1'707,609	7	Media
CENTRO	1'309,958	3	Alta
CALLAO	773,701	6	Alta



DIOXIDO DE AZUFRE
SO₂

RESULTADOS

Bióxido de Azufre

método pasivo (1 semana)

Máximo: $43.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mínimo: $3.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Normas propuestas Perú:

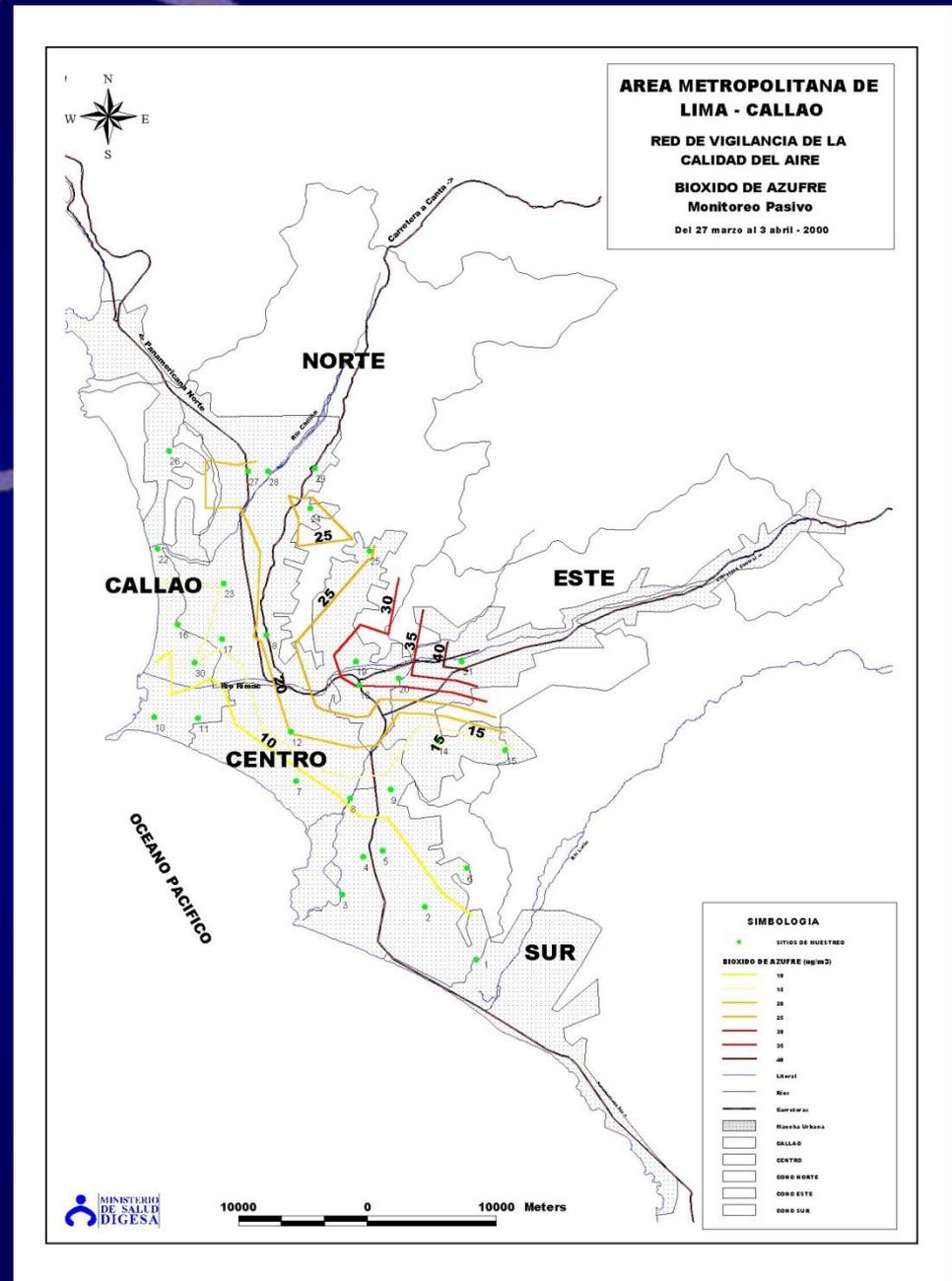
anual $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$

diaria $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$

horaria $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Observaciones:

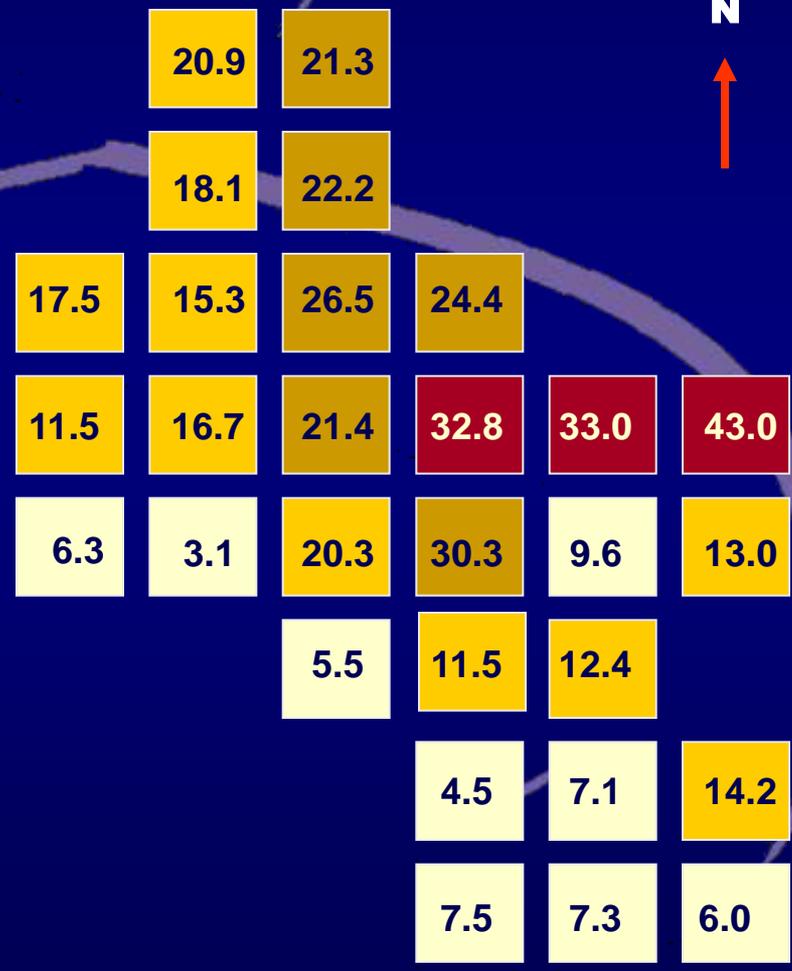
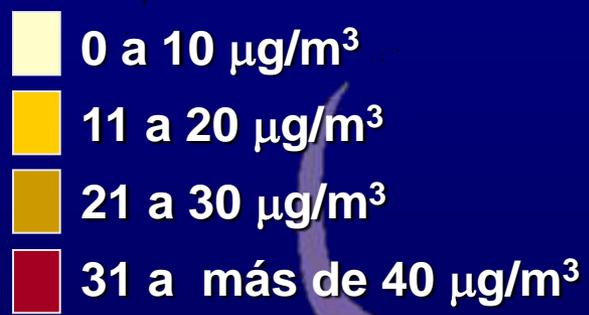
Transporte y
acumulación en el
Cono ESTE



RESULTADOS

Bióxido de Azufre

método pasivo (1 semana)



RESULTADOS

Bióxido de Azufre

método activo (24 horas)

Máximo: $171.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mínimo: $6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Normas propuestas Perú:

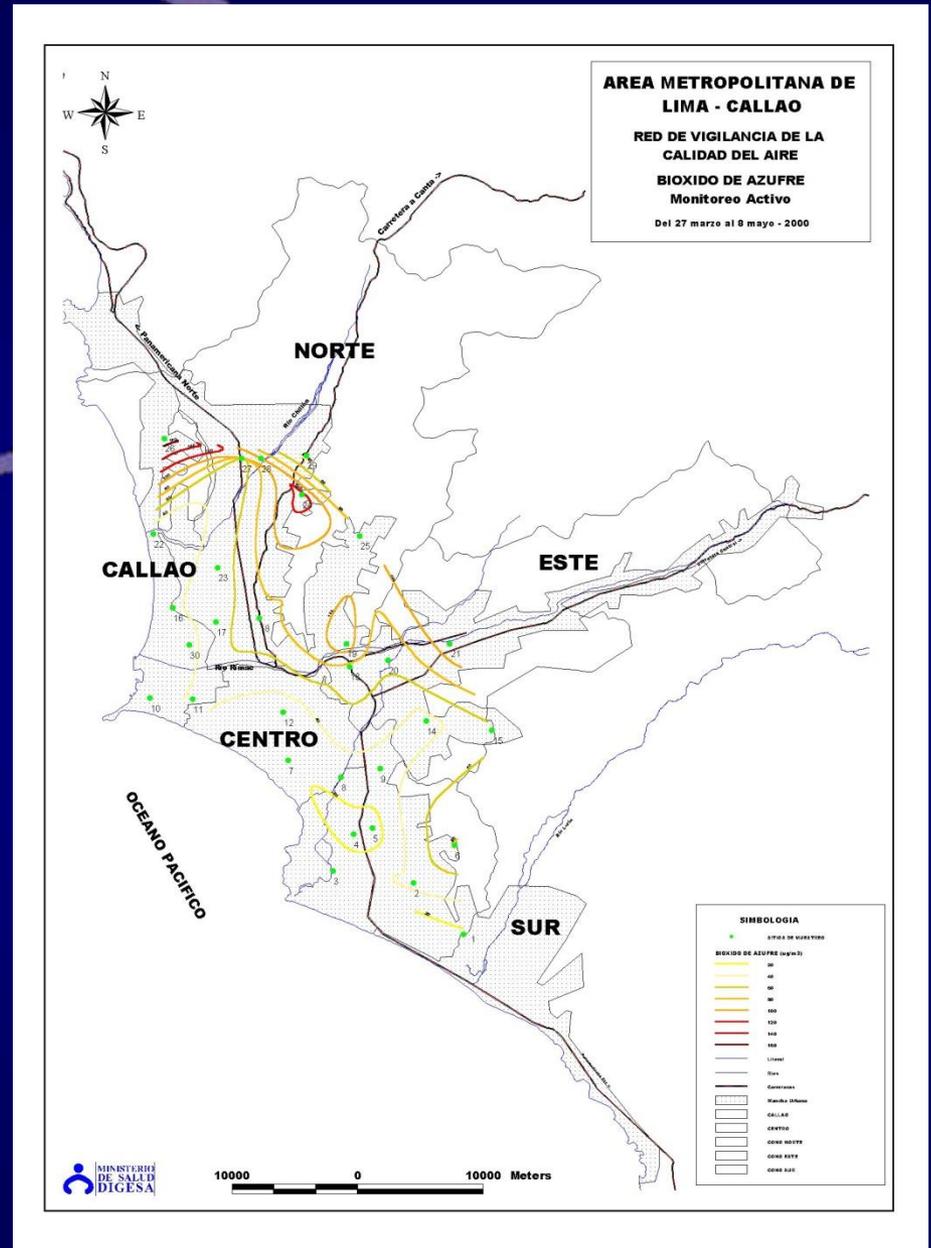
anual $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$

✓ 24 horas $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$

horaria $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Observaciones:

Transporte y
acumulación en el cono
NORTE y Callao



RESULTADOS

Bióxido de Azufre

método activo (24 horas)



RED de VIGILANCIA de la CALIDAD del AIRE



swisscontact



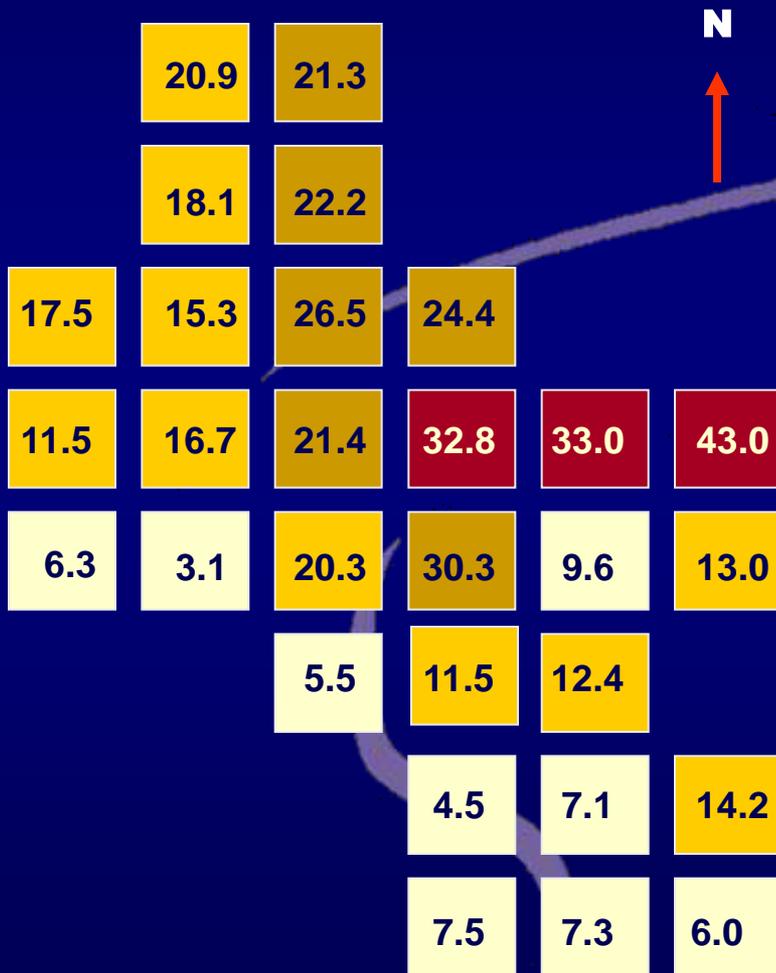
ESTUDIO DE SATURACION Informe de Invierno Resultados de la segunda campaña de medición de la Calidad del Aire en el Area Metropolitana de Lima y Callao 2000

RESULTADOS

Bióxido de Azufre

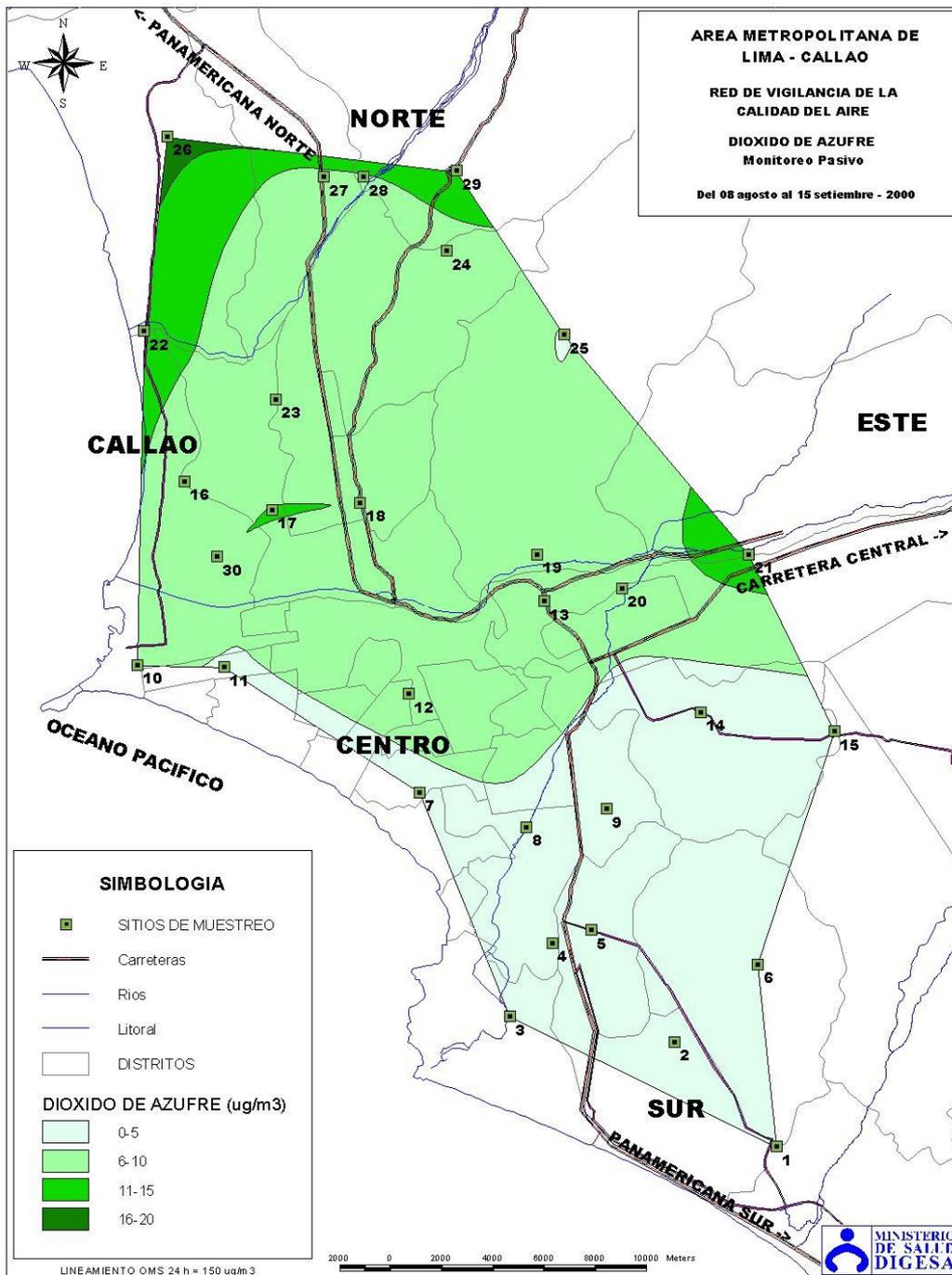
método pasivo (1 semana)

Campaña de VERANO



Campaña de INVIERNO





AREA METROPOLITANA DE LIMA - CALLAO

RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE

DIOXIDO DE AZUFRE
Monitoreo Pasivo

Del 08 agosto al 15 setiembre - 2000

SIMBOLOGIA

- SITIOS DE MUESTREO
- Carreteras
- Rios
- Litoral
- DISTRITOS

DIOXIDO DE AZUFRE (ug/m3)

- 0-5
- 6-10
- 11-15
- 16-20

LINEAMIENTO OMS 24 h = 150 ug/m³

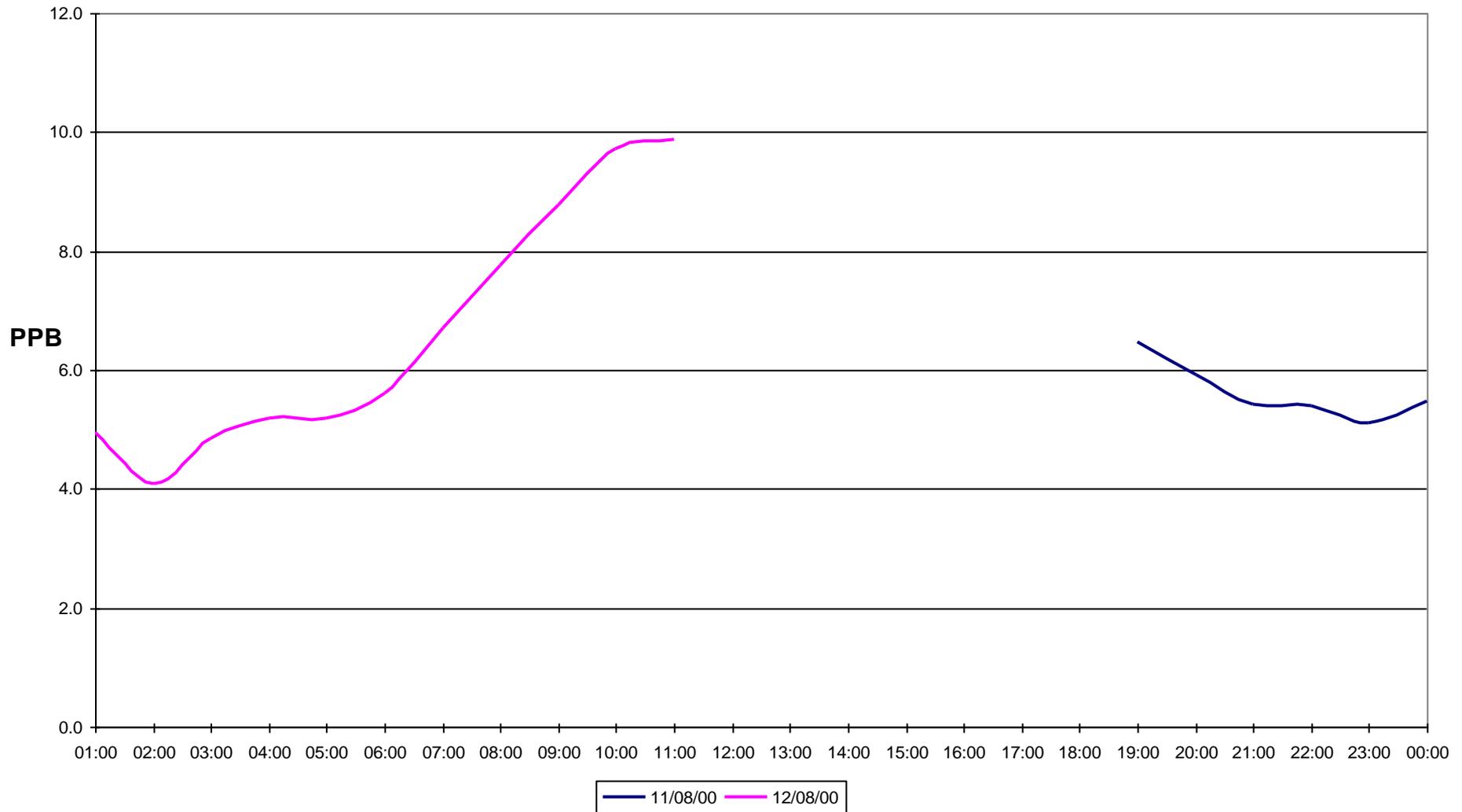
0 2000 4000 6000 8000 10000 Meters



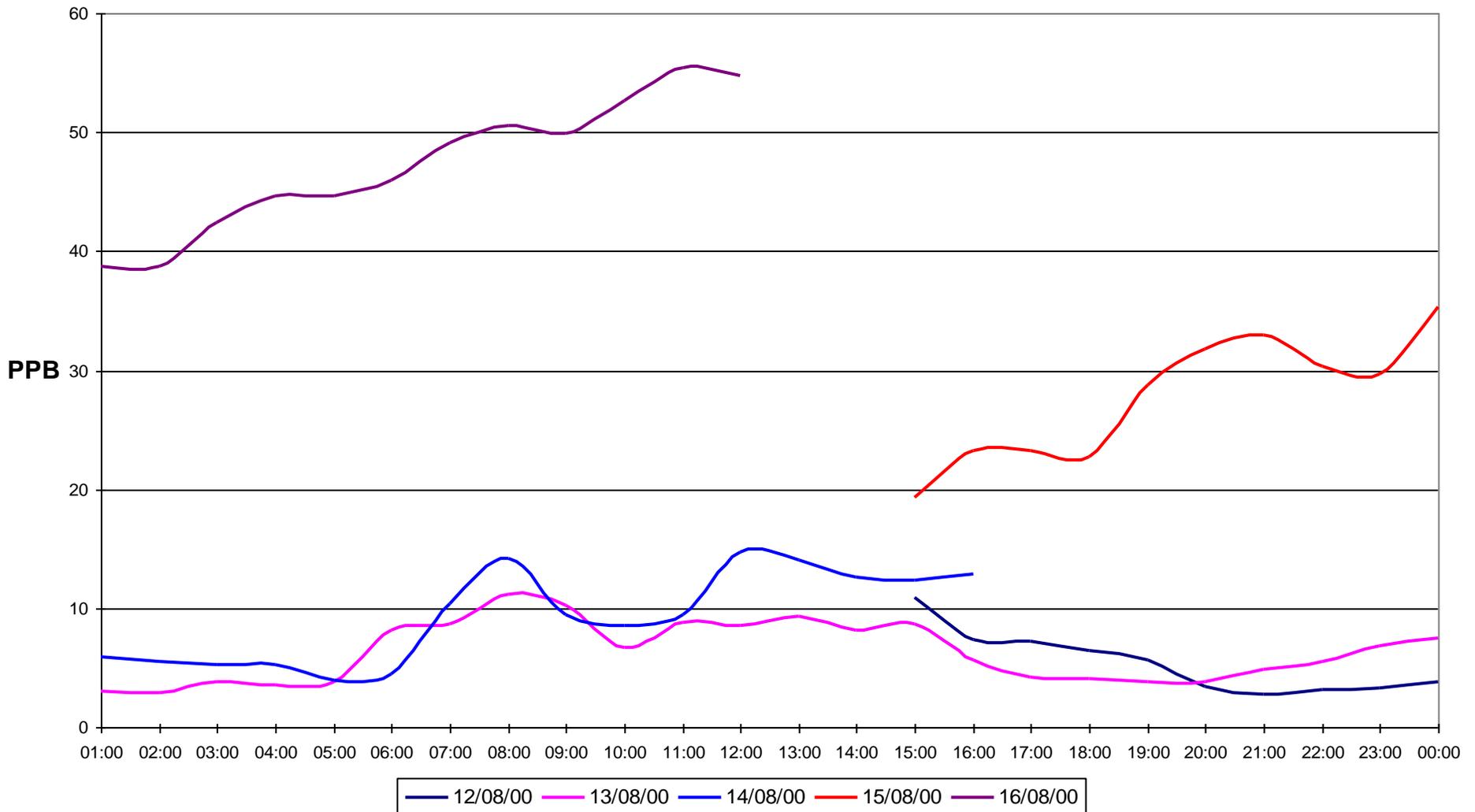


Resultados de Dióxido de Azufre Analizador Automático

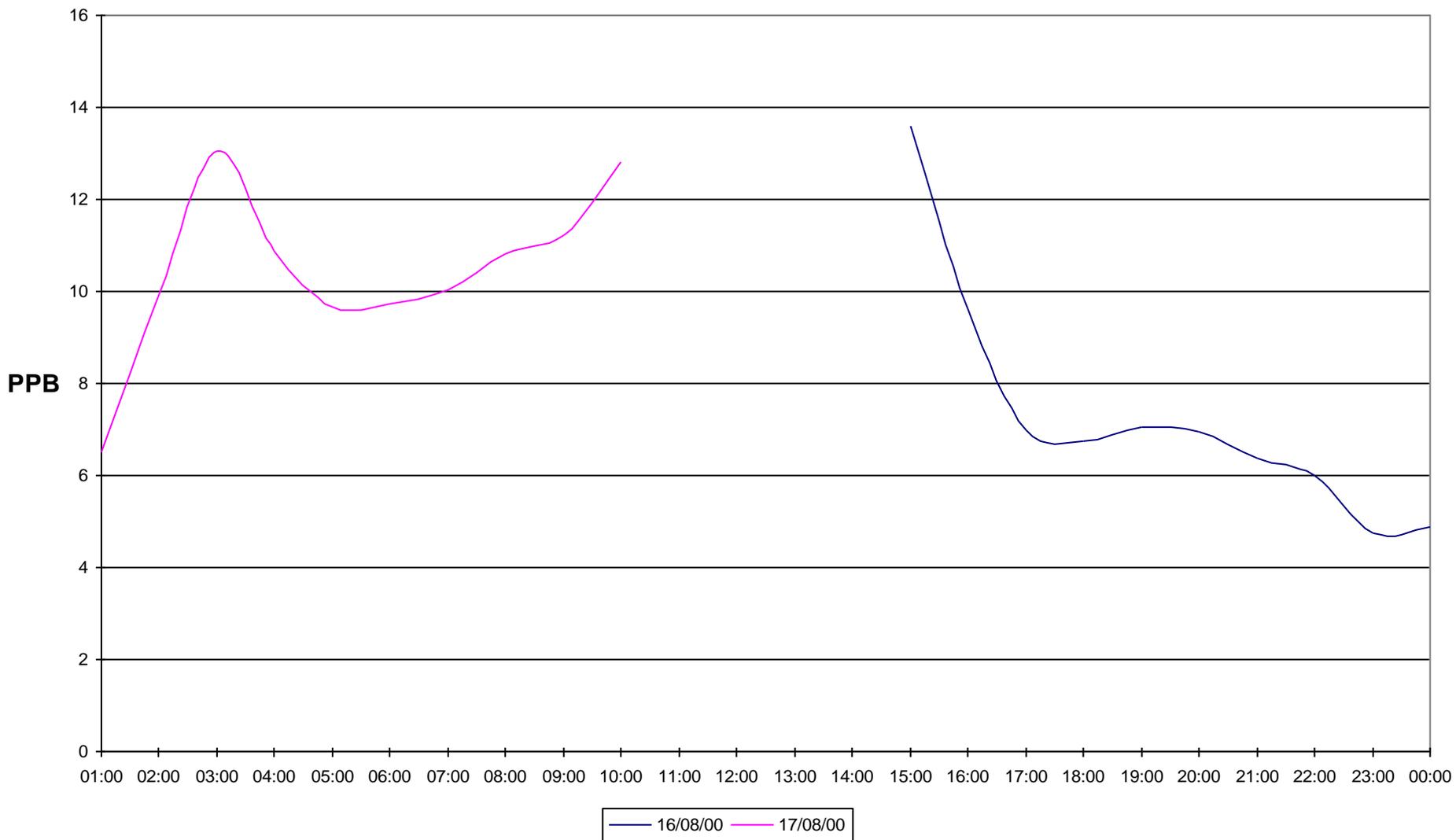
**DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂)- 1 HORA
C.S ZARATE - ZONA NORTE
11-08-00 AL 12-08-00**



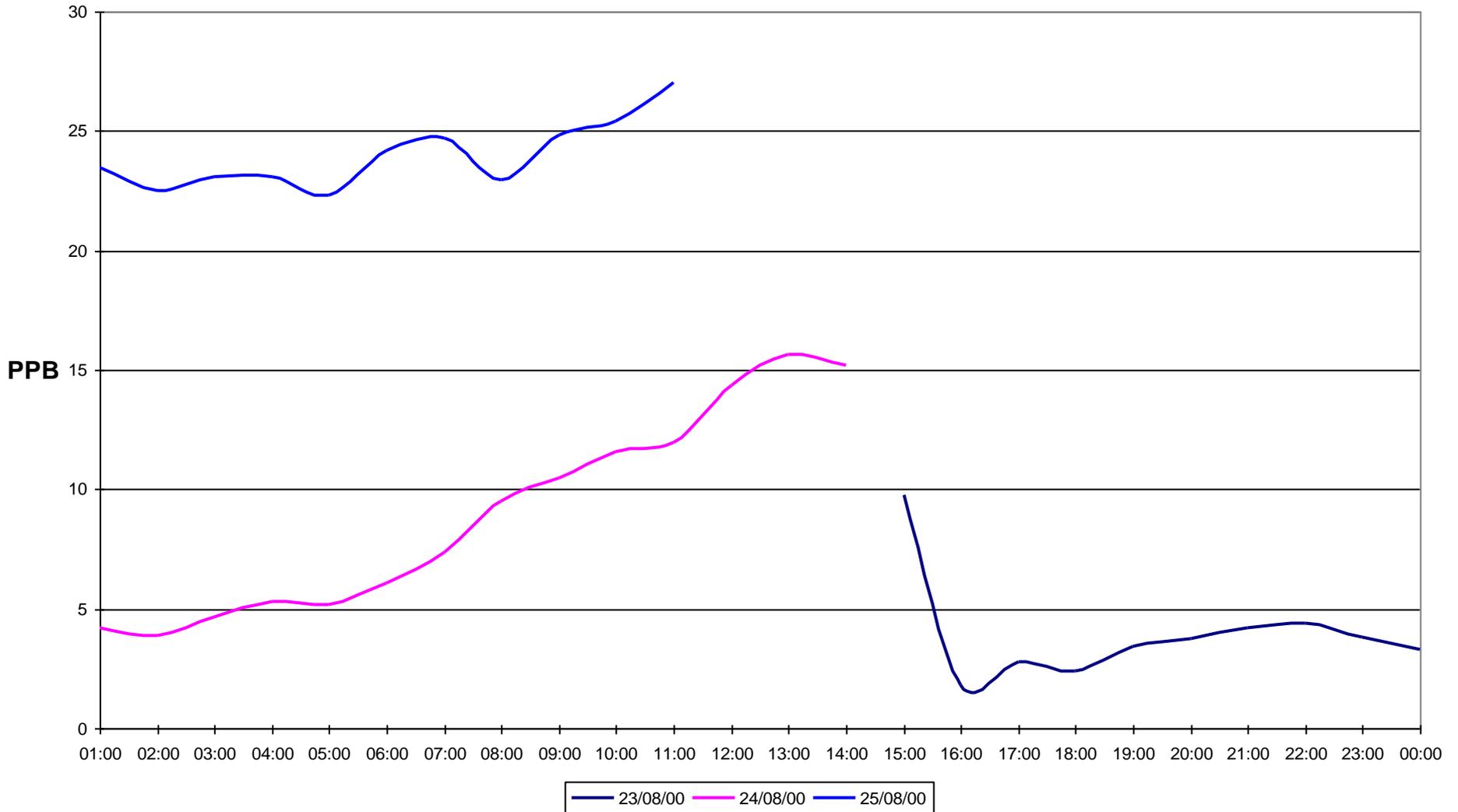
DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) - 1 HORA LOCAL DE EX UTES - ZONA ESTE 12-08-00 AL 16-08-00



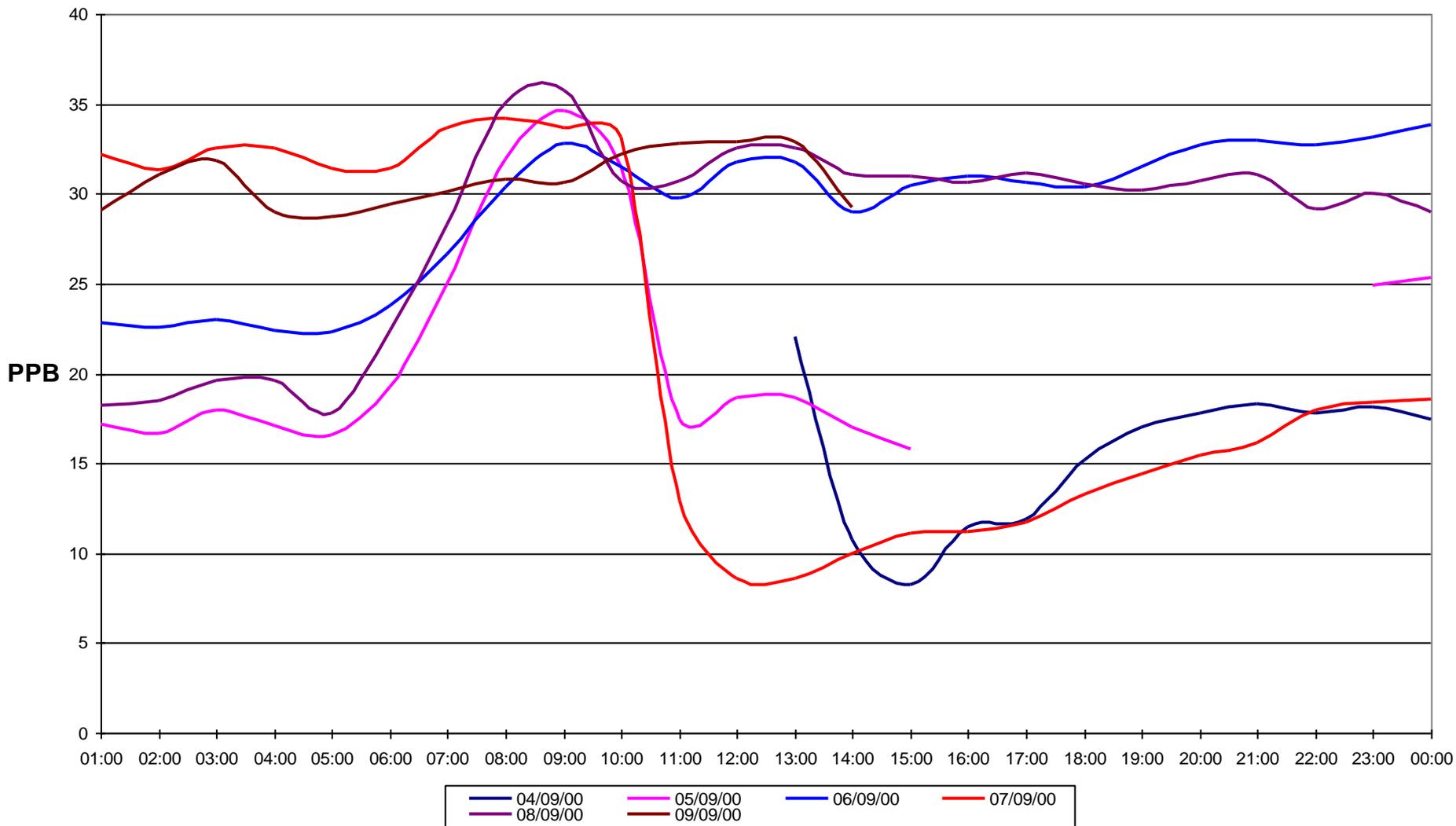
DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂)- 1 HORA
C.S MUSA - ZONA ESTE
16-08-00 AL 17-08-00



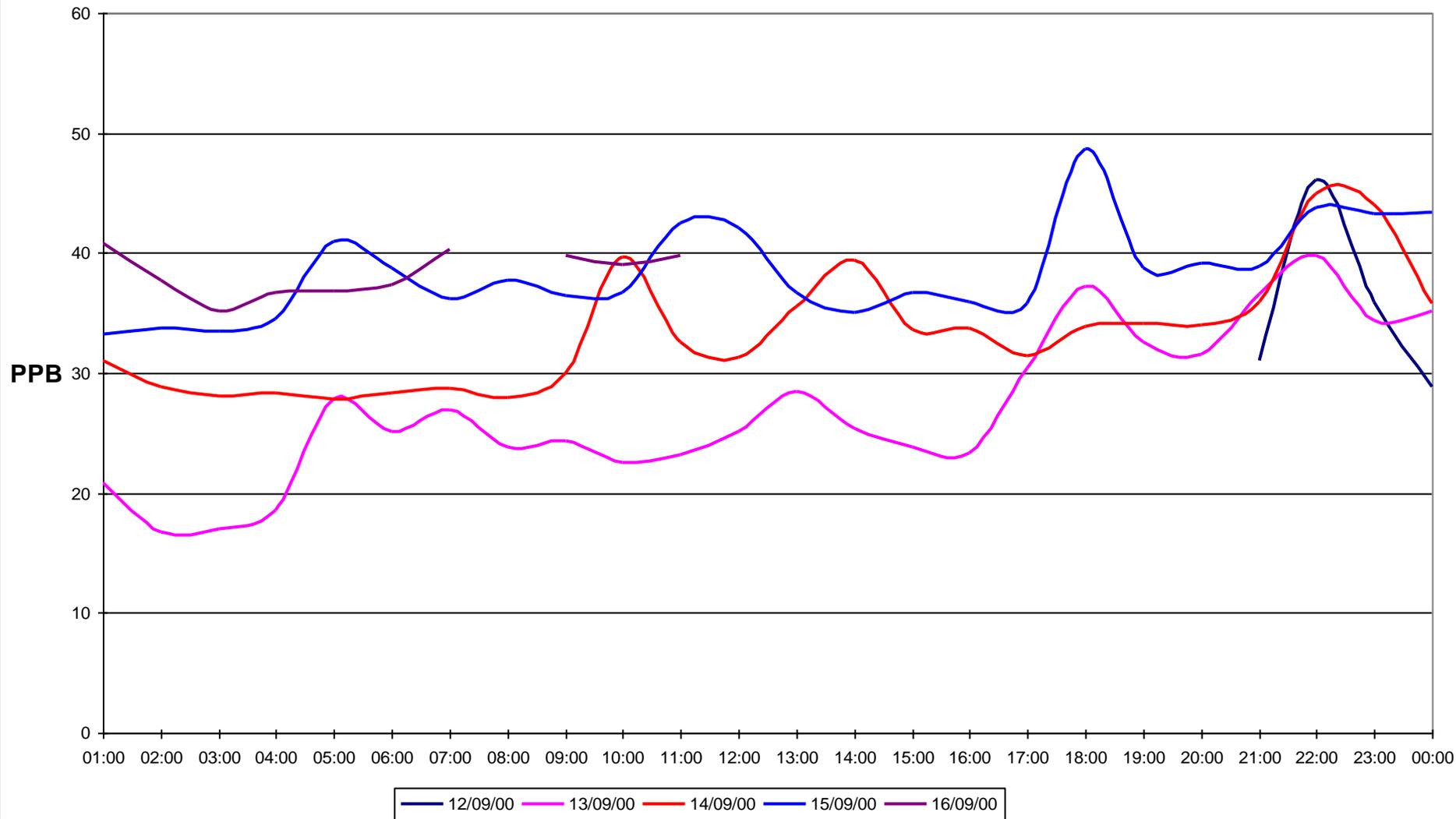
DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂)- 1 HORA
C.S SAN JUAN DE MIRAFLORES - ZONA SUR
23-08-00 AL 25-08-00



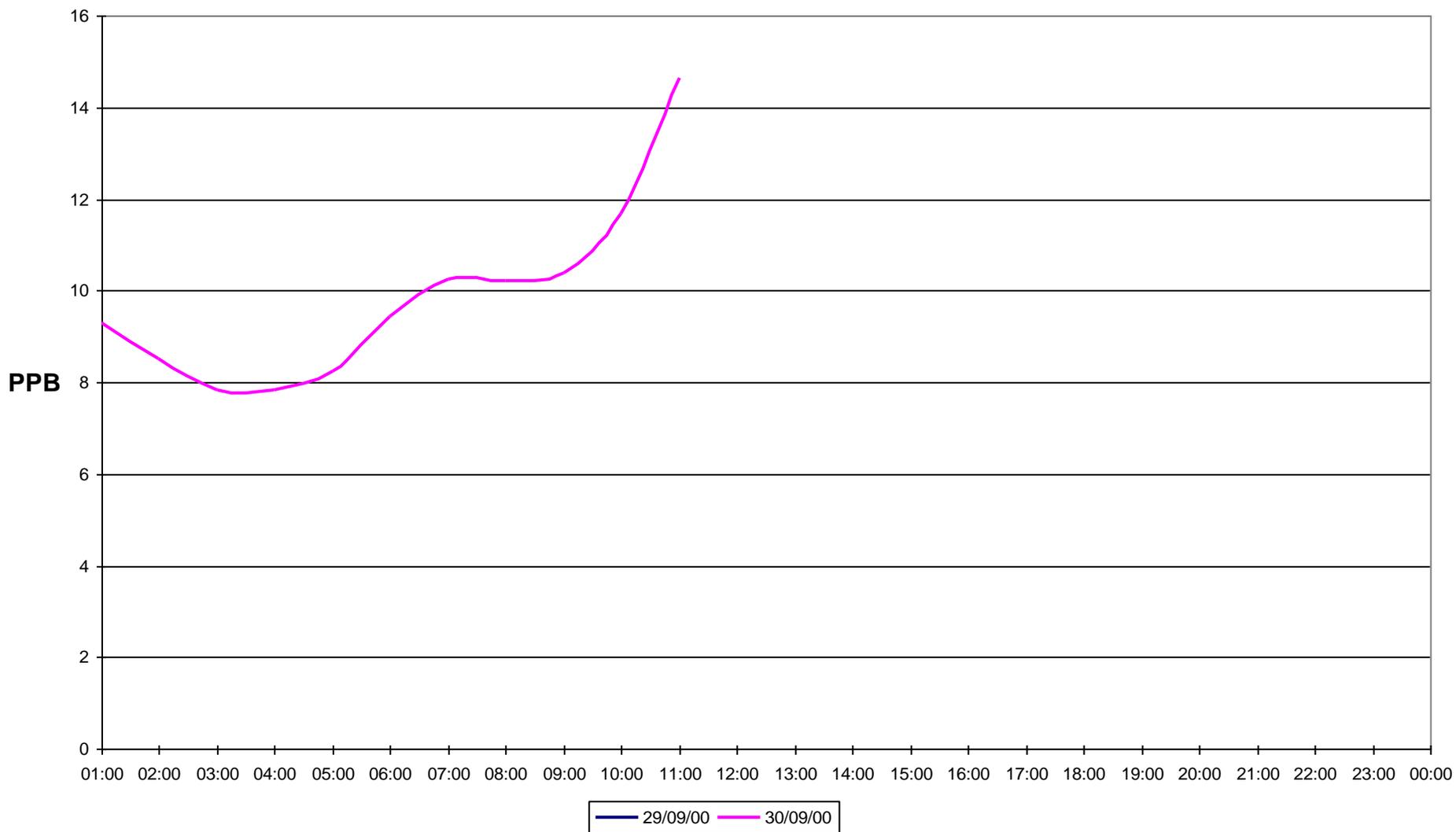
DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) - 1 HORA
C.S MANUEL BONILLA - ZONA CALLAO
04-09-00 AL 09-09-00



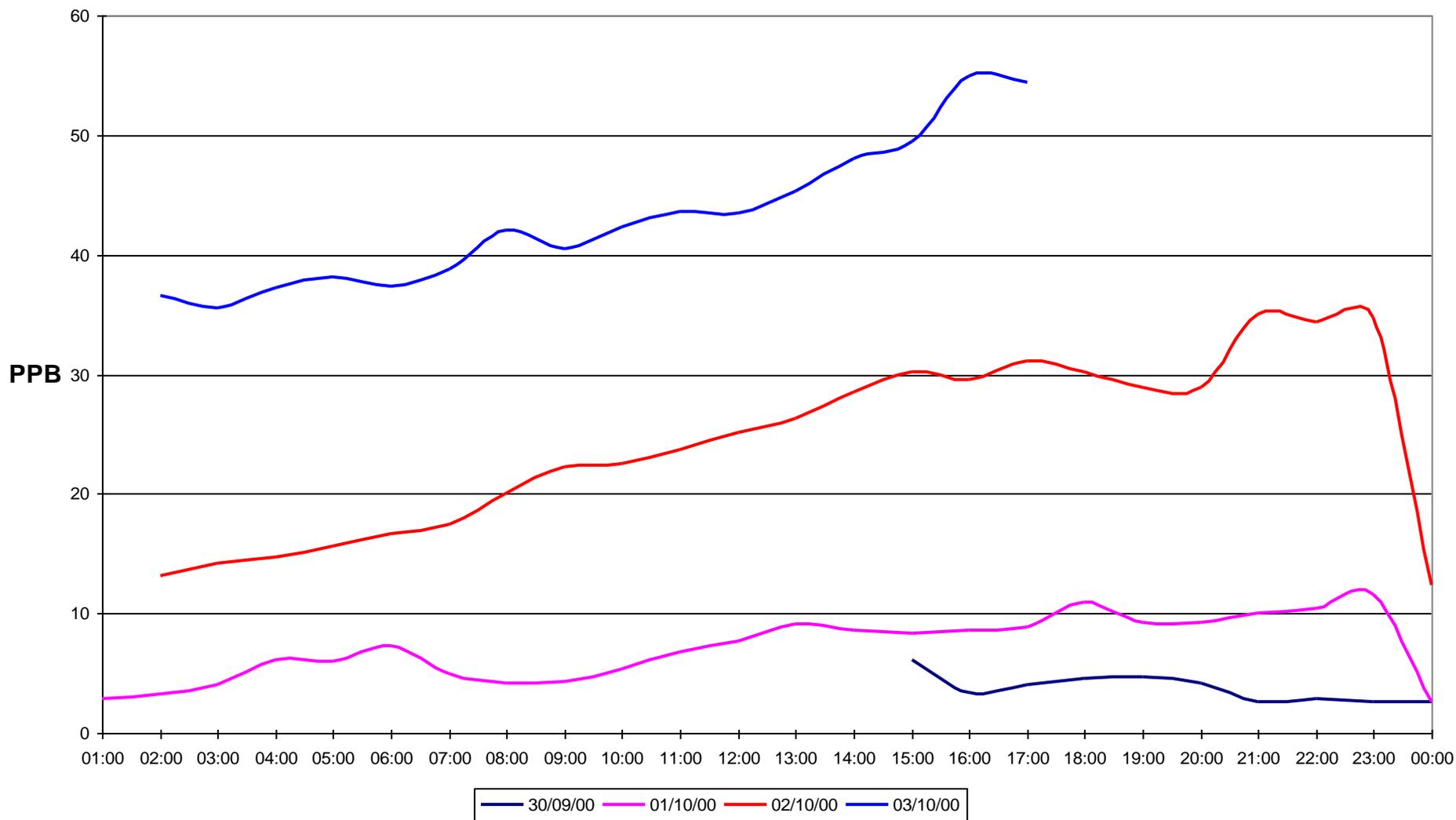
DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) - 1 HORA
AEROPUERTO JORGE CHAVEZ - ZONA CALLAO
12-09-00 AL 16-09-00



DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) - 1 HORA
C.S VILLA ESPERANZA - ZONA NORTE
29-09-00 AL 30-09-00



DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂)- 1 HORA
C.S MUSA - ZONA ESTE
30-09-00 AL 03-10-00





Resultados de Dióxido de Azufre Método Activo

Verano - Invierno

SO₂ Método Activo

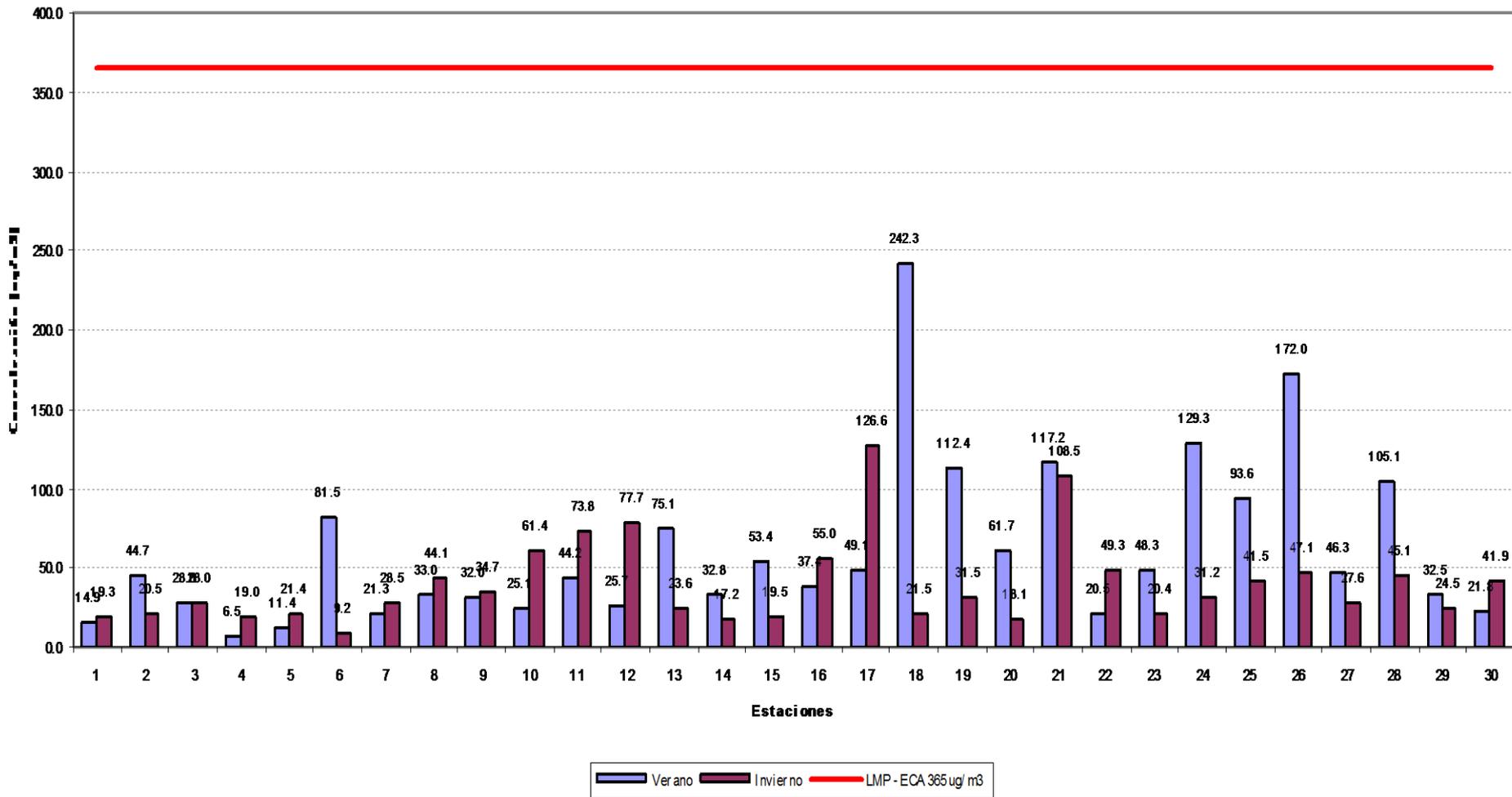
Campaña Verano - Invierno

Estación	Distrito	SO ₂		
		Verano	Invierno	LMP - ECA 365 ug/m3
1	Lurín	14.9	19.3	365
2	Vila el Salvador	44.7	20.5	365
3	Chorrillos	28.6	28.0	365
4	Surco	6.5	19.0	365
5	San Juan de Miraflores	11.4	21.4	365
6	Villa María del Triunfo	81.5	9.2	365
7	San Isidro	21.3	28.5	365
8	Surquillo	33.0	44.1	365
9	Surco	32.0	34.7	365
10	El Callao	25.1	61.4	365
11	Bellavista - Callo	44.2	73.8	365
12	Jesús María	25.7	77.7	365
13	El Agustino	75.1	23.6	365
14	La Molina	32.8	17.2	365
15	Musa	53.4	19.5	365
16	Callao	37.4	55.0	365
17	San Martín de Porras	49.1	126.6	365
18	Independencia	242.3	21.5	365
19	San Juan de Lurigancho	112.4	31.5	365
20	Vitarte	61.7	18.1	365
21	Vitarte	117.2	108.5	365
22	Callao	20.5	49.3	365
23	San Martín de Porras	48.3	20.4	365
24	Comas	129.3	31.2	365
25	San Juan de Lurigancho	93.6	41.5	365
26	Ventanilla	172.0	47.1	365
27	Puente Piedra	46.3	27.6	365
28	Comas	105.1	45.1	365
29	Villa Esperanza	32.5	24.5	365
30	Aeropuerto - Callao	21.8	41.9	365

SO₂ – Método Activo

Campaña Verano - Invierno

Estudio de Saturación - Dióxido de Azufre - SO₂



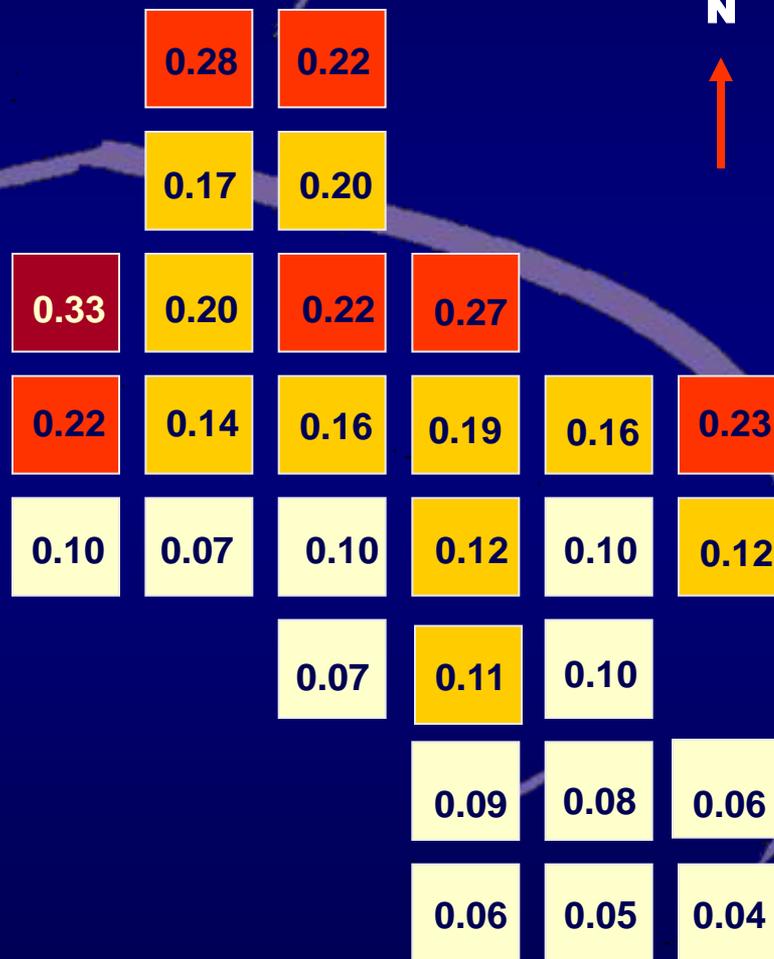
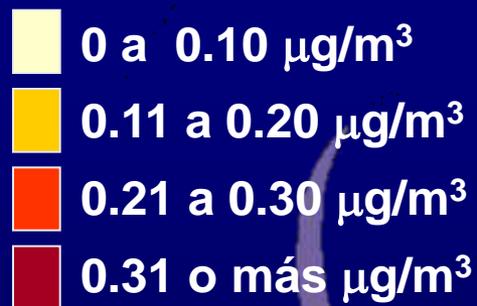


PLOMO

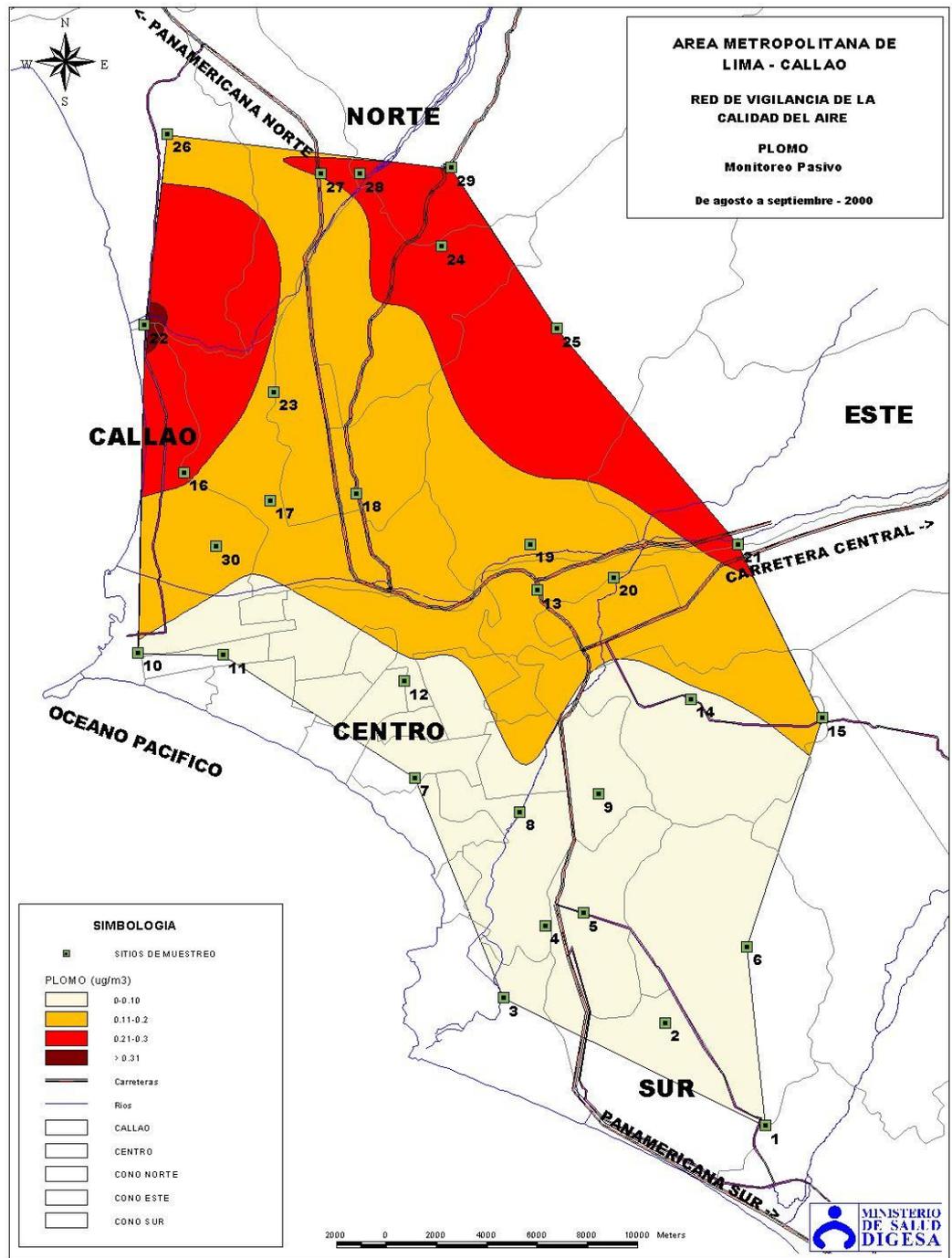
RESULTADOS

Plomo

método activo



Campaña de INVIERNO



AREA METROPOLITANA DE LIMA - CALLAO

RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE

PLOMO

Monitoreo Pasivo

De agosto a septiembre - 2000

SIMBOLOGIA

■ SITIOS DE MUESTREO

PLOMO (µg/m³)

[White Box]	0-0.10
[Yellow Box]	0.11-0.2
[Orange Box]	0.21-0.3
[Red Box]	> 0.31

— Carreteras

— Rios

□ CALLAO

□ CENTRO

□ CONO NORTE

□ CONO ESTE

□ CONO SUR

2000 0 2000 4000 6000 8000 10000 Meters



Plomo – Método Activo

Campaña Verano - Invierno

Estación	Distrito	Plomo	
		Verano	Invierno
1	Lurín	0.080	0.060
2	Vila el Salvador	0.147	0.070
3	Chorrillos	0.085	0.070
4	Surco	0.051	0.090
5	San Juan de Miraflores	0.100	0.100
6	Villa María del Triunfo	0.159	0.070
7	San Isidro	0.150	0.090
8	Surquillo	0.170	0.130
9	Surco	0.165	0.140
10	El Callao	0.289	0.120
11	Bellavista - Callo	0.432	0.080
12	Jesús María	0.167	0.150
13	El Agustino	0.410	0.140
14	La Molina	0.070	0.140
15	Musa	0.177	0.150
16	Callao	0.615	0.130
17	San Martín de Porras	0.652	0.200
18	Independencia	1.212	0.220
19	San Juan de Lurigancho	0.395	0.240
20	Vitarte	0.272	0.230
21	Vitarte	0.464	0.260
22	Callao	2.439	0.420
23	San Martín de Porras	0.961	0.420
24	Comas	0.865	0.250
25	San Juan de Lurigancho	1.073	0.290
26	Ventanilla	0.959	0.220
27	Puente Piedra	0.452	0.240
28	Comas	0.529	0.330
29	Villa Esperanza	1.098	0.300
30	Aeropuerto - Callao	0.203	0.170

Plomo – Método Activo

Campaña Verano - Invierno

Estudio de Saturación - Plomo - Pb

