

# Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN

Av. IPN S/N, Col. Playa Palo de Sta. Rita Cp. 23096, La Paz, BCS, México

Departamento Oceanología, Área Geología Ambiental

## Evaluación Geoquímica de Hg, S, Pb y V en partículas eólicas y fluviales en la Ciudad de la Paz, BCS

**PRESENTA**

**Dra. Janette M. Murillo Jiménez**

**Profesora-Investigadora**

**Participantes proyecto SIP:  
Dr. Enrique H. Nava Sánchez,  
Dr. Sergio Troyo Diéguez,  
Ing. Alberto León Manilla,**

**Proyectos: SIP20101322 y CONACYT 98710**

Partículas suspendidas

Cd. La Paz, BCS

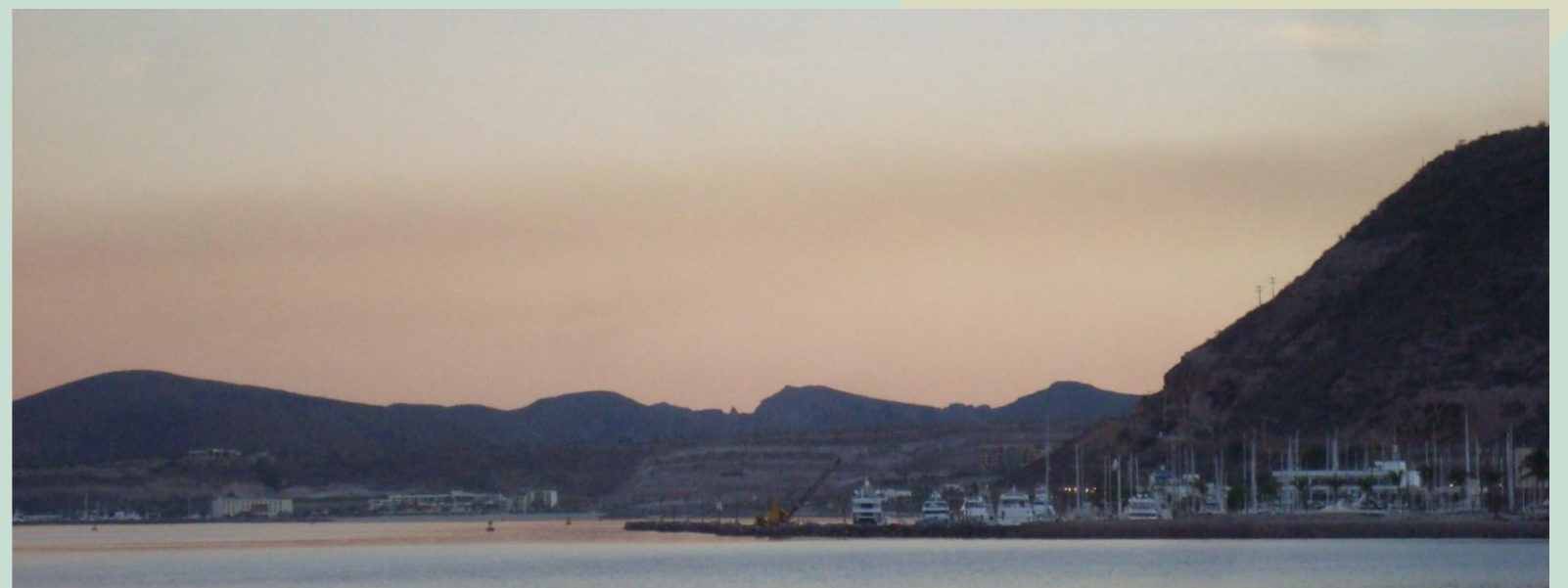
8:00 am



12:00 pm



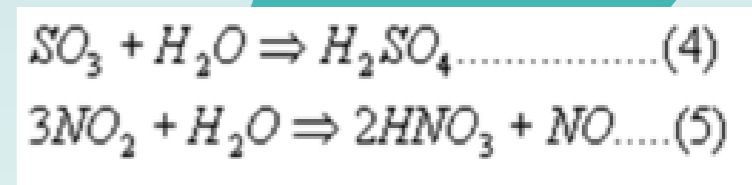
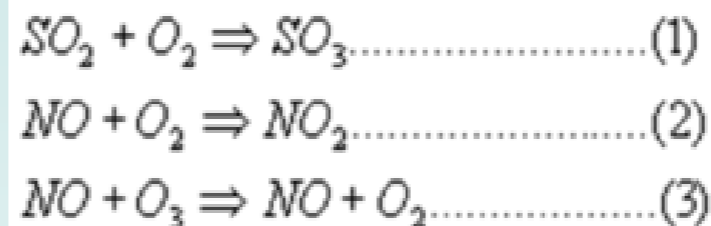
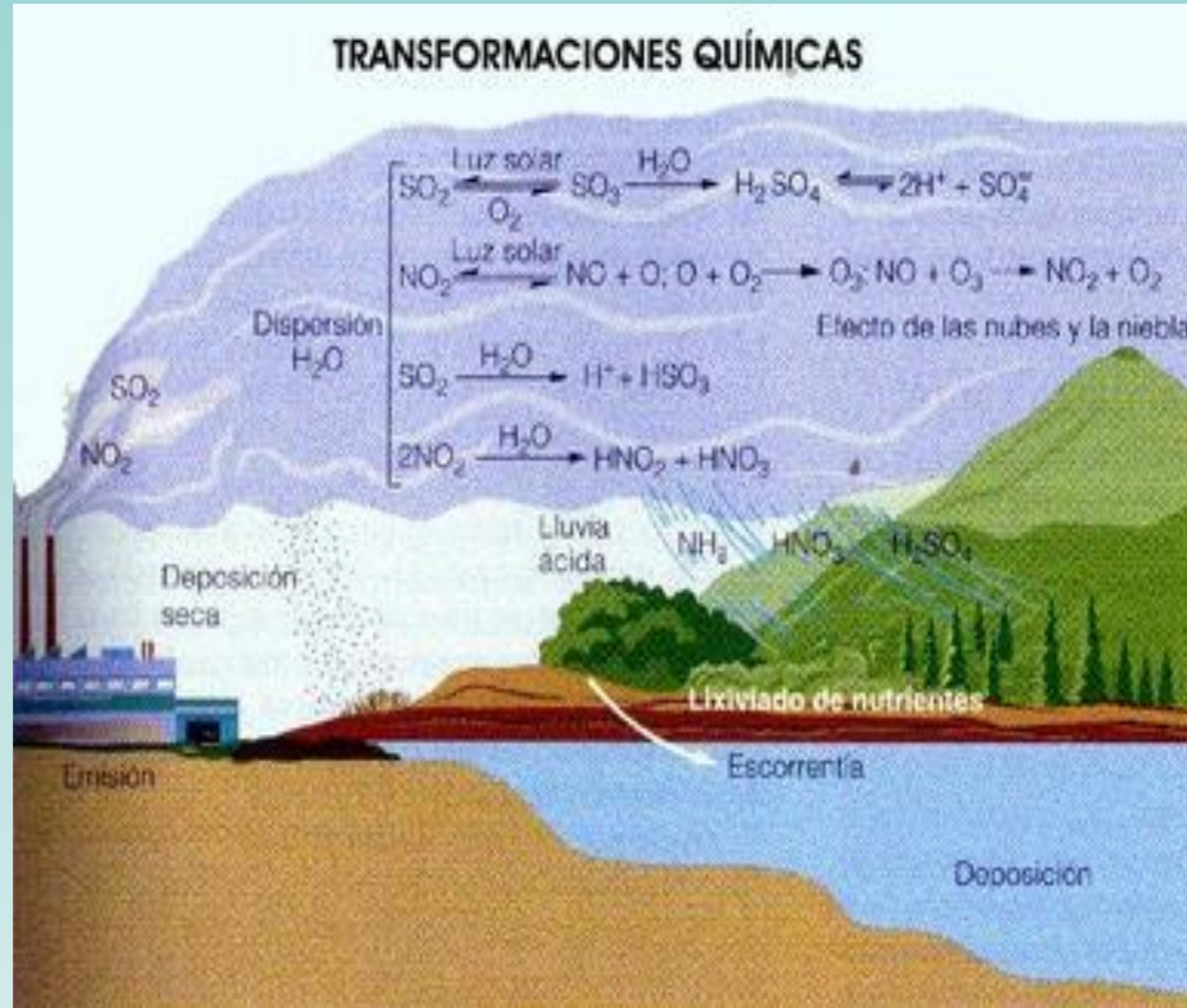
Emisiones de la Central Termoeléctrica de  
Combustión Interna (BCS)



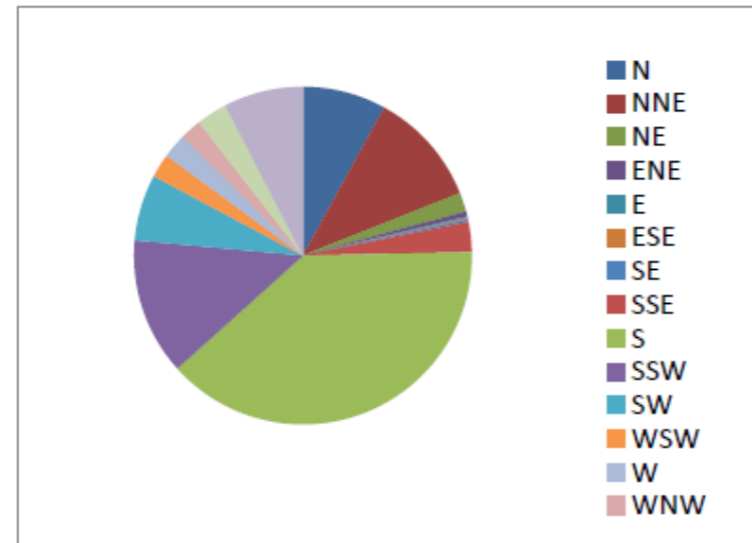


# Fuente de aporte de las partículas suspendidas en el aire

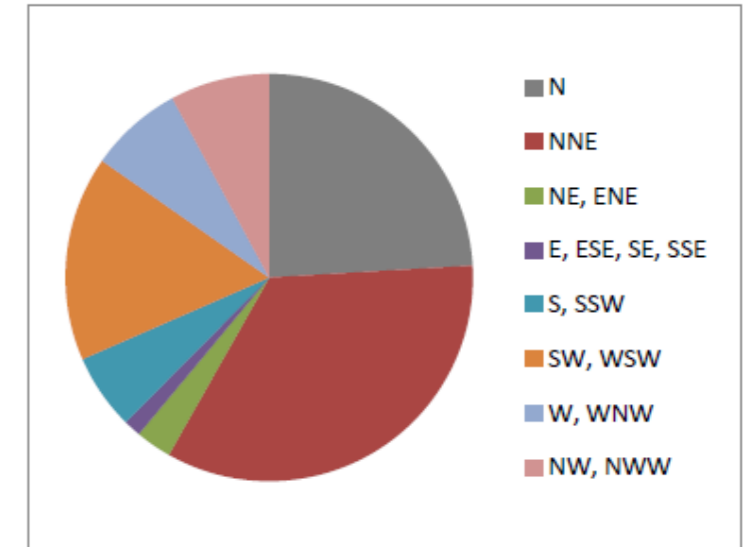
- Quema de combustibles por vehículos,
- Reacciones químicas en la atmósfera por la quema de combustóleo en las plantas termoeléctricas, Punta Prieta y BCS,
- Sedimentos producto de la degradación de las rocas,
- Sales marinas,
- Orgánicas, polen, esporas,
- Actividades antropogénicas
  - \*procesos industriales quema de basura, materiales para construcción....



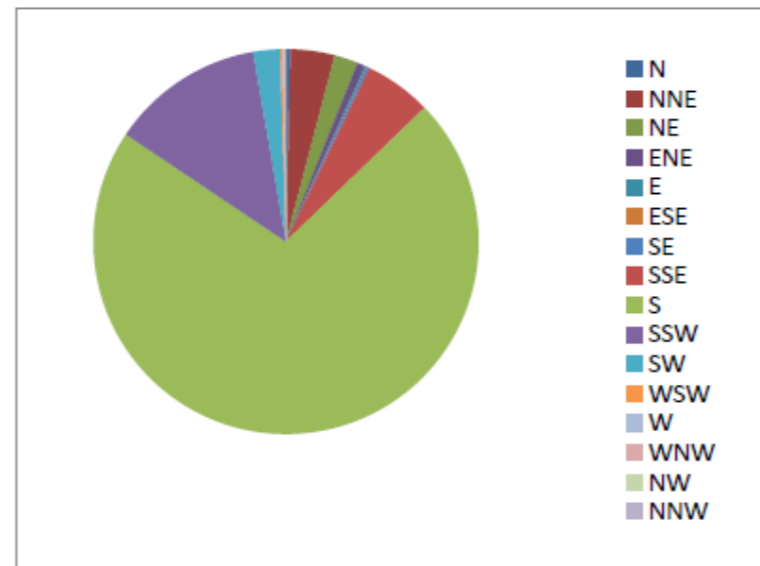
- Tamaño de las partículas,
- Movilización de las partículas del suelo por la tracción vehicular,
- Dirección e intensidad del viento,
- Brisa marina,
- Temperatura del aire y el suelo,
- Topografía



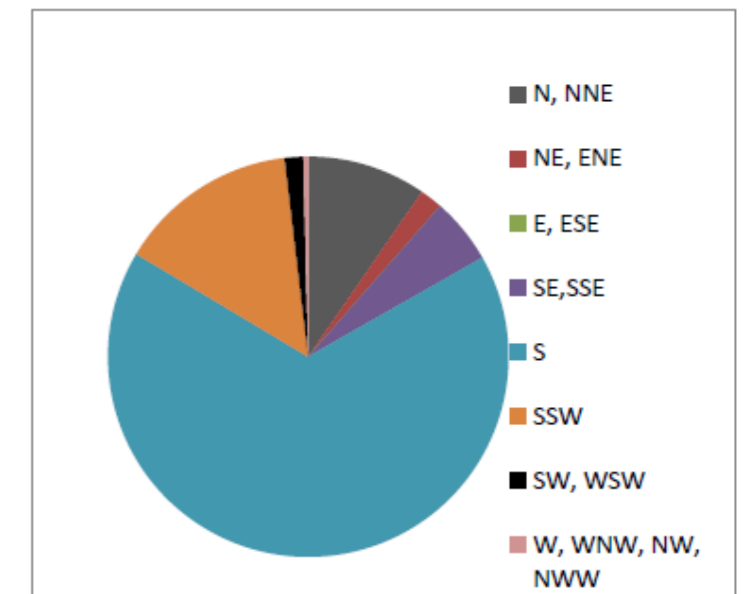
A (24:00 hrs)



B (16:00 a 17:00 hrs)



C (23:00 a las 6:00 hrs)



D (8:00 a 9:00 hrs)

Figura 20. Dirección promedio anual del viento en horarios específicos, de la estación meteorológica de CICIMAR-IPN, durante el período de Agosto del 2011 a Agosto del 2012. N= Norte, S=Sur, E=Este, W=Oeste.



# Vientos dominantes

## Principales áreas de influencia de partículas emitidas por termoeléctricas

Área de influencia de las emisiones de las termoeléctricas Punta Prieta (TPP) y CCI (TBCS), inferidas con vientos dominantes del N-NW-NE (línea continua) y S-SW-SE (línea intermitente).

Líneas msnm= metros sobre nivel del mar

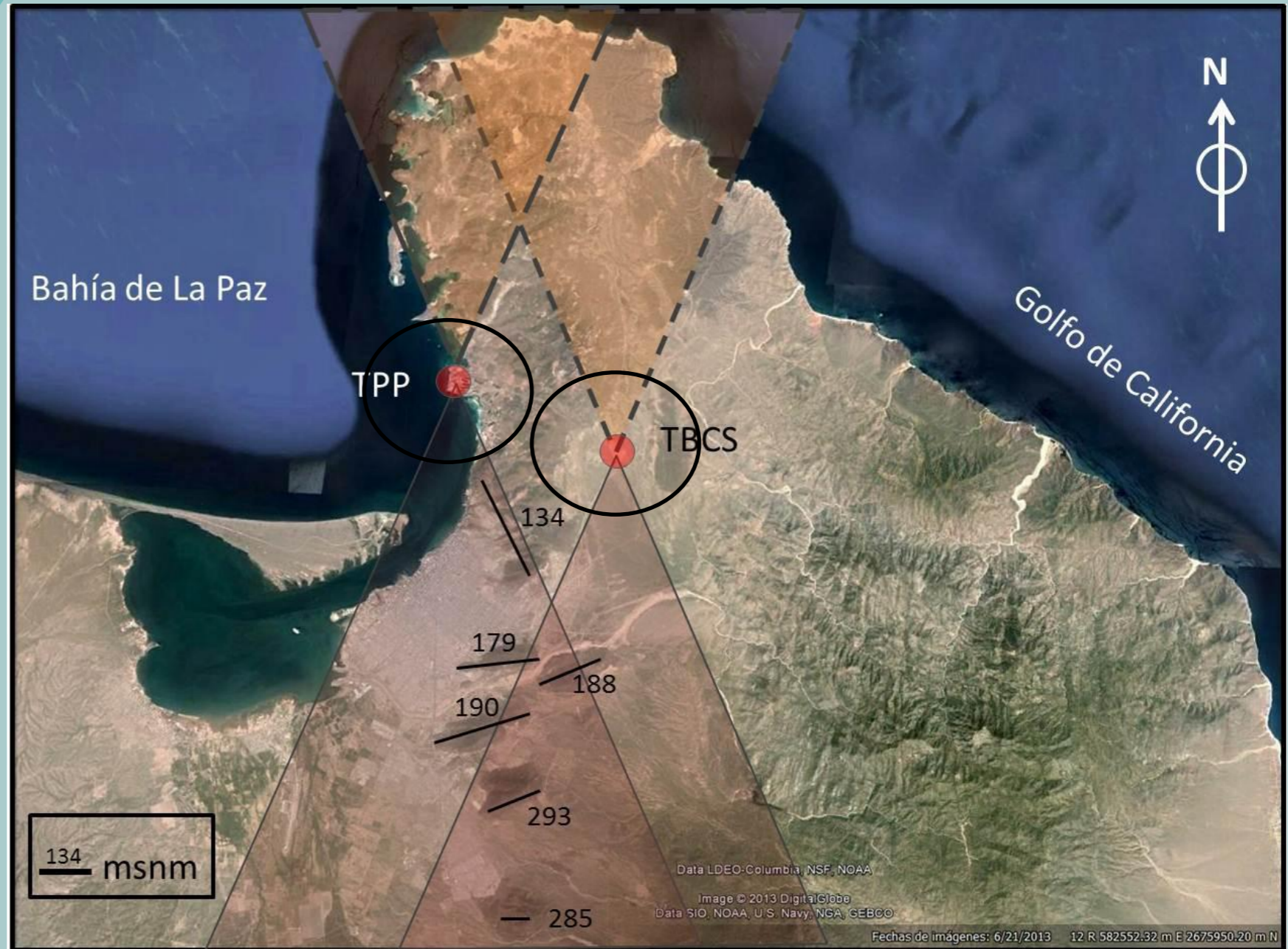


Imagen Google Earth.



# Muestreo de partículas eólicas y fluviales

## Partículas suspendidas en el aire:

- La colecta de partículas se hizo en 5 estaciones durante 6 meses (08/2011 a 01/2012) y en una sexta estación durante todo un año,
- Las partículas ( $0.63$  a  $0.7 \mu\text{m}$ ) se colectaron en filtros de papel Whatman con ayuda de un extractor de aire. Cada filtro contiene partículas colectadas una hora por la mañana y una hora por la tarde, durante 15 días,



## Partículas depositadas por gravedad:

- En 18 estaciones (incluyendo estaciones previas), cada 2 meses, se colectaron las partículas depositadas por gravedad en charolas de plástico,



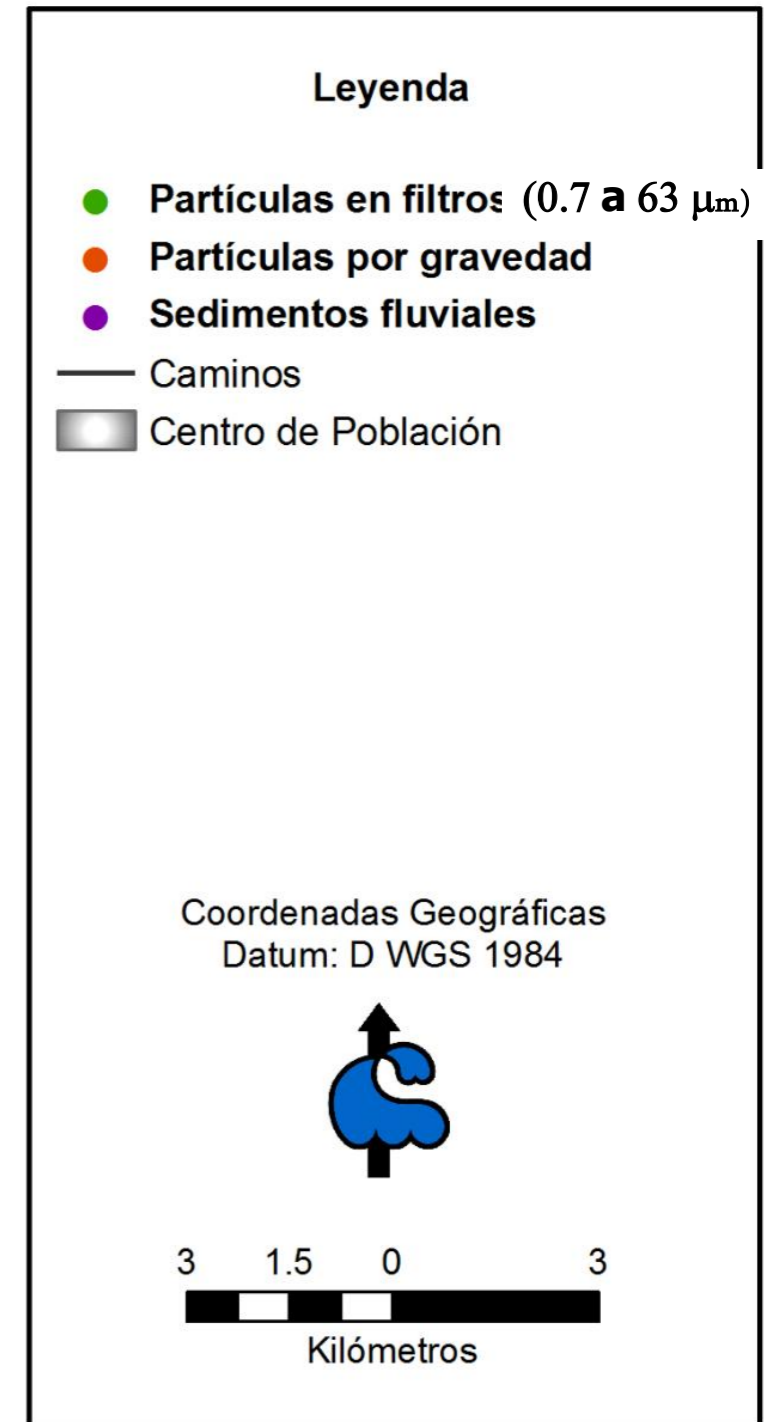
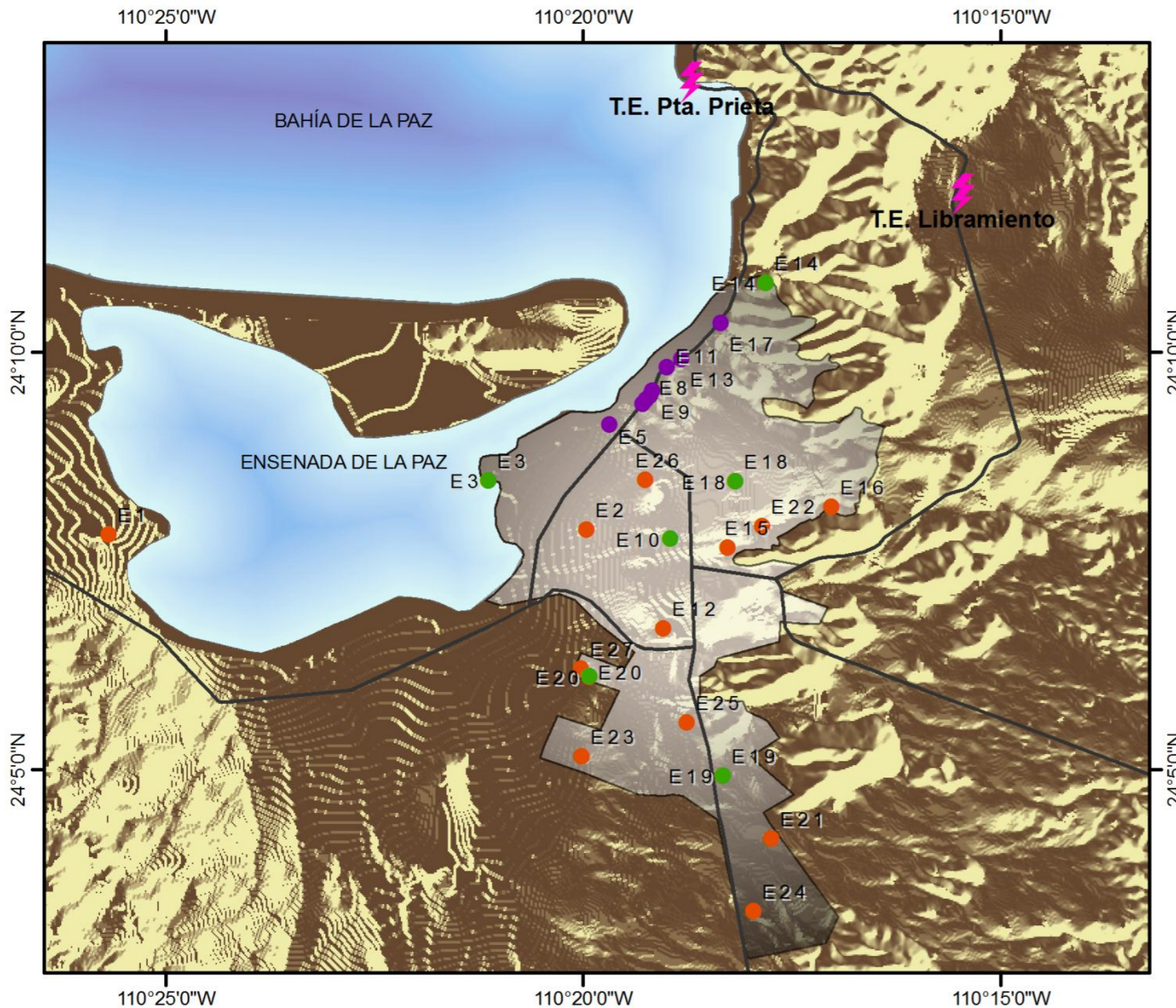
## Sedimentos fluviales:

- En 8 estaciones, se colectaron sedimentos fluviales, de 3 días de lluvia (2012), a lo largo del malecón de la Ciudad,





# Mapa de localización de muestras eólicas y fluviales





## Partículas suspendidas en el aire:

- Las muestras eólicas colectadas en filtros, charolas y las muestras fluviales se analizaron en el laboratorio de geomagnetismo del Instituto de Geofísica de la UNAM con un **equipo** de Fluorescencia de rayos X, Dispersión de Energía, modelo NITON XL3T 900 SERIES,
- Elementos analizados: **Sr, Pd, Rb, Se, As, Hg, Au, Zn, Ni, Mn, Cr, Ca, K, Ba, Cs, Te, Sb, Sn, Cd, Ag, Nb, Bi, Si, Mg, Mo, Zr, Co, Cu, Fe, P, Pb, S, Sc, Th, Ti, U, V, W.**
- Se corrieron los **estándares** NIST-2780, RCRA, y TILL-4, con el objeto de conocer la precisión del equipo,
- Se realizó el análisis geoquímico en 2 filtros sin muestra, con 5 repeticiones del análisis por filtro, para conocer su composición.

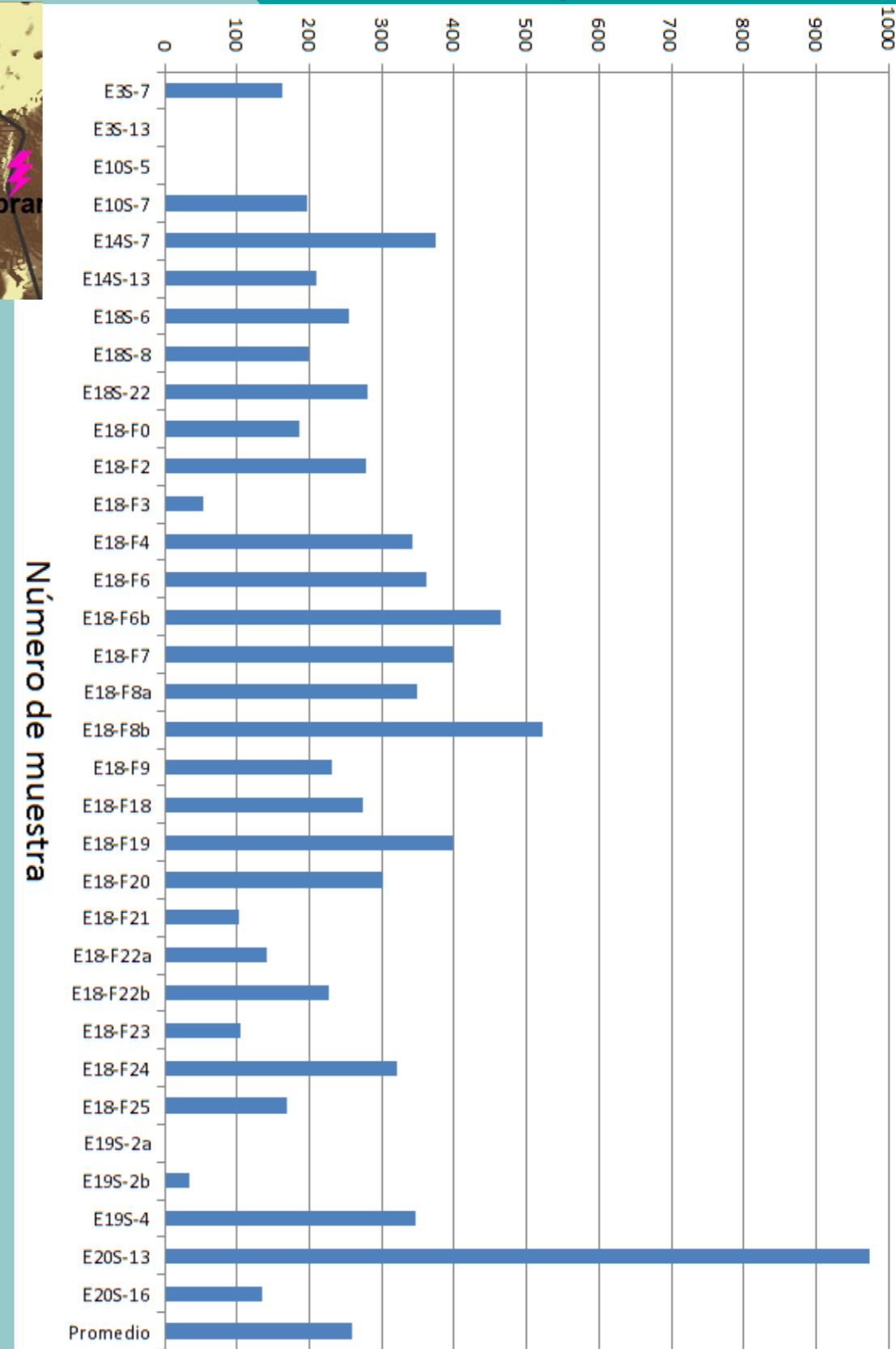
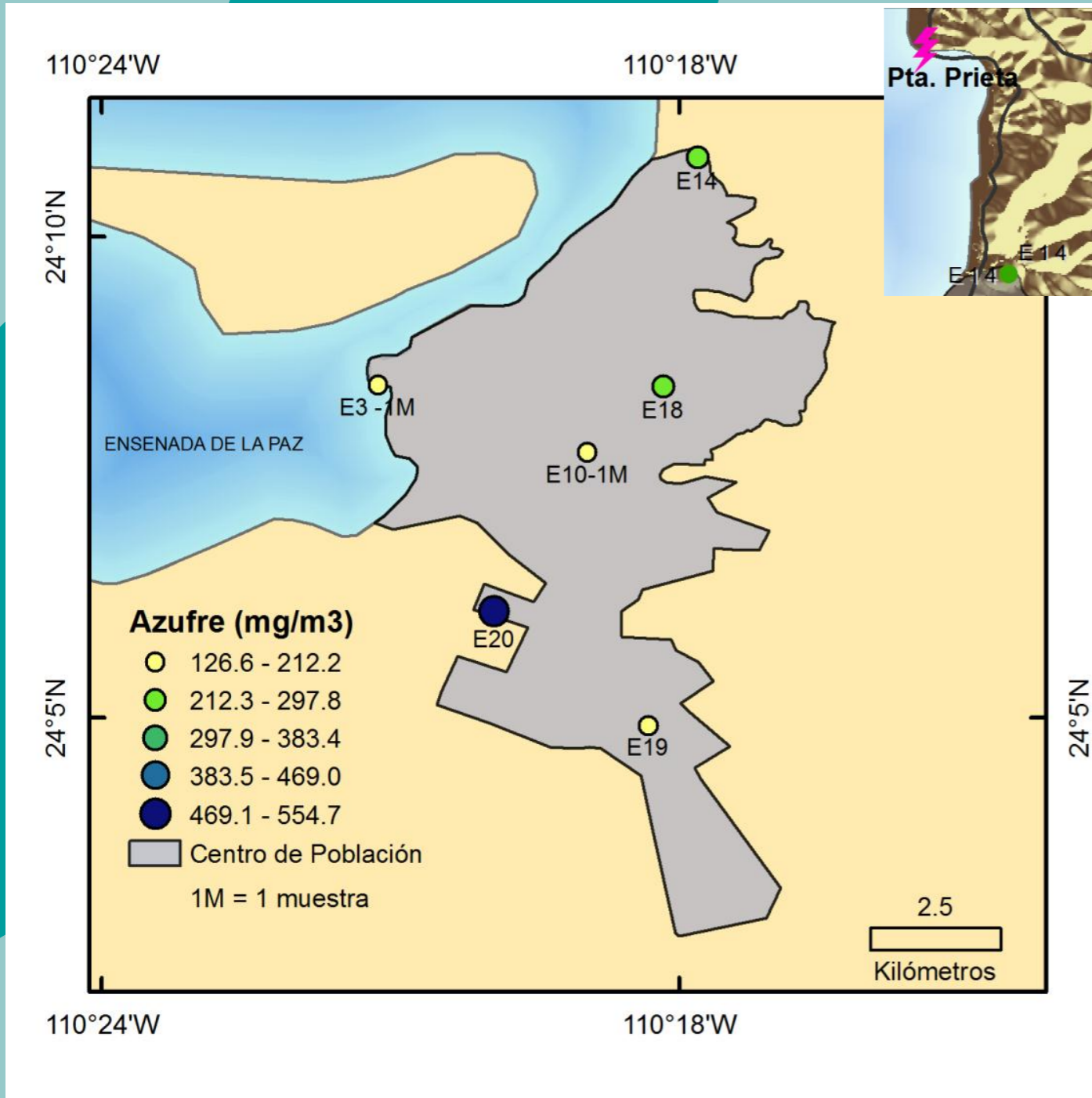


Estándar	Elemento	Valor promedio Certificado (ppm)	Valor Obtenido (ppm)	Precisión Equipo $\pm$ ( $2\sigma$ ) 95%
RCRA	Pb	500	494.08	12.86
TILL- 4	Pb	50	38	4.25
NIST-2780	Pb	577000	594000	7000
RCRA	Se	500	488.53	8.77
RCRA	As	500	459.51	13
RCRA	Cr	544	536.83	32.56
RCRA	Cd	500	576.49	18.11
RCRA	Ag	500	501.92	14.08
TILL- 4	Fe	39700	32027.95	174.77
NIST-2780	Fe	2784000	2897000	31000
TILL- 4	Mo	15	19.09	2.11
TILL- 4	Ba	395	490.62	39.4
TILL- 4	Sr	100	130.64	2.82
TILL- 4	Ti	4839	4974.66	106.96
TILL- 4	Zr	385	501.77	5.51
NIST-2780	Ca	195000	199000	18000
NIST-2780	Si	31000000	28608000	131000



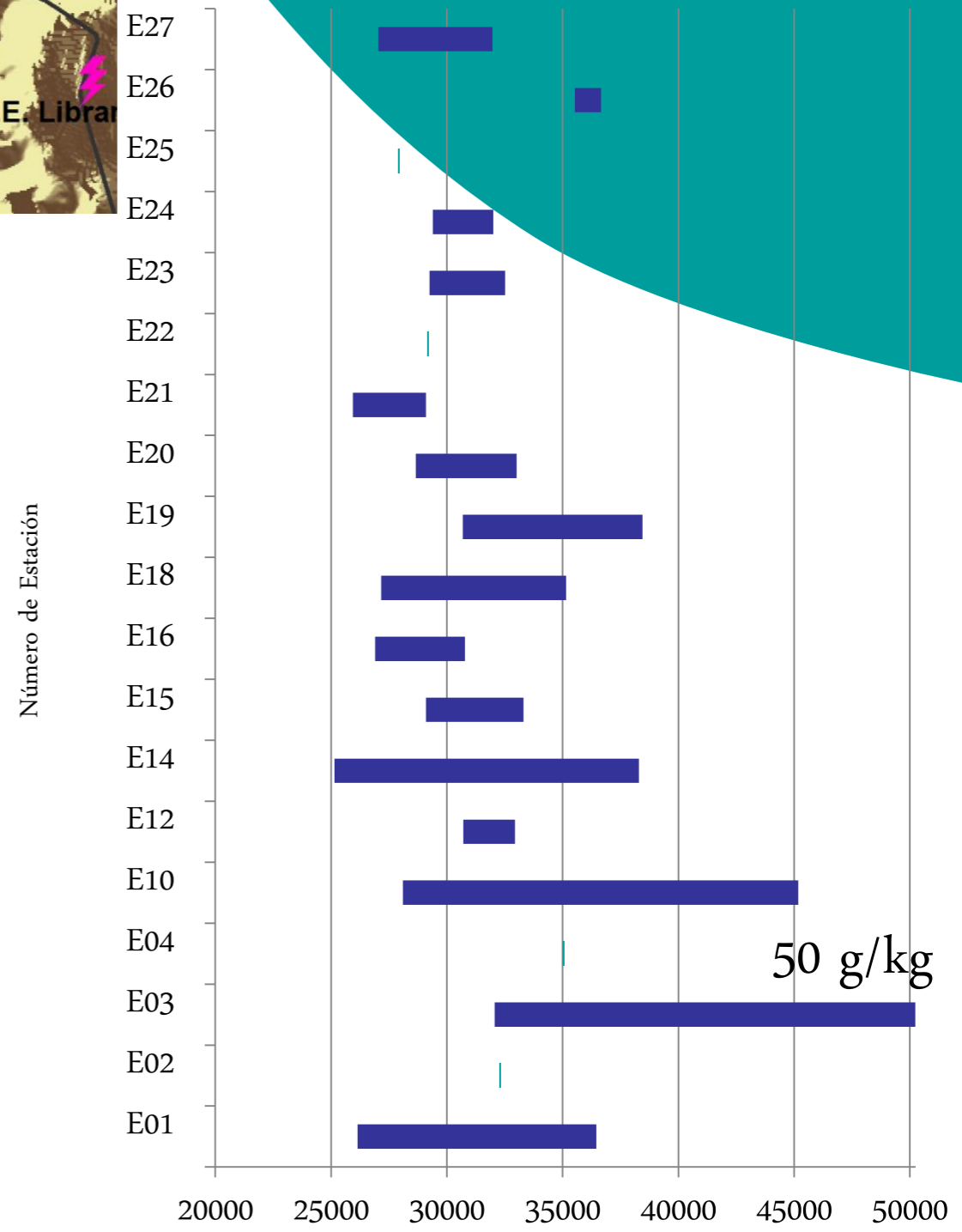
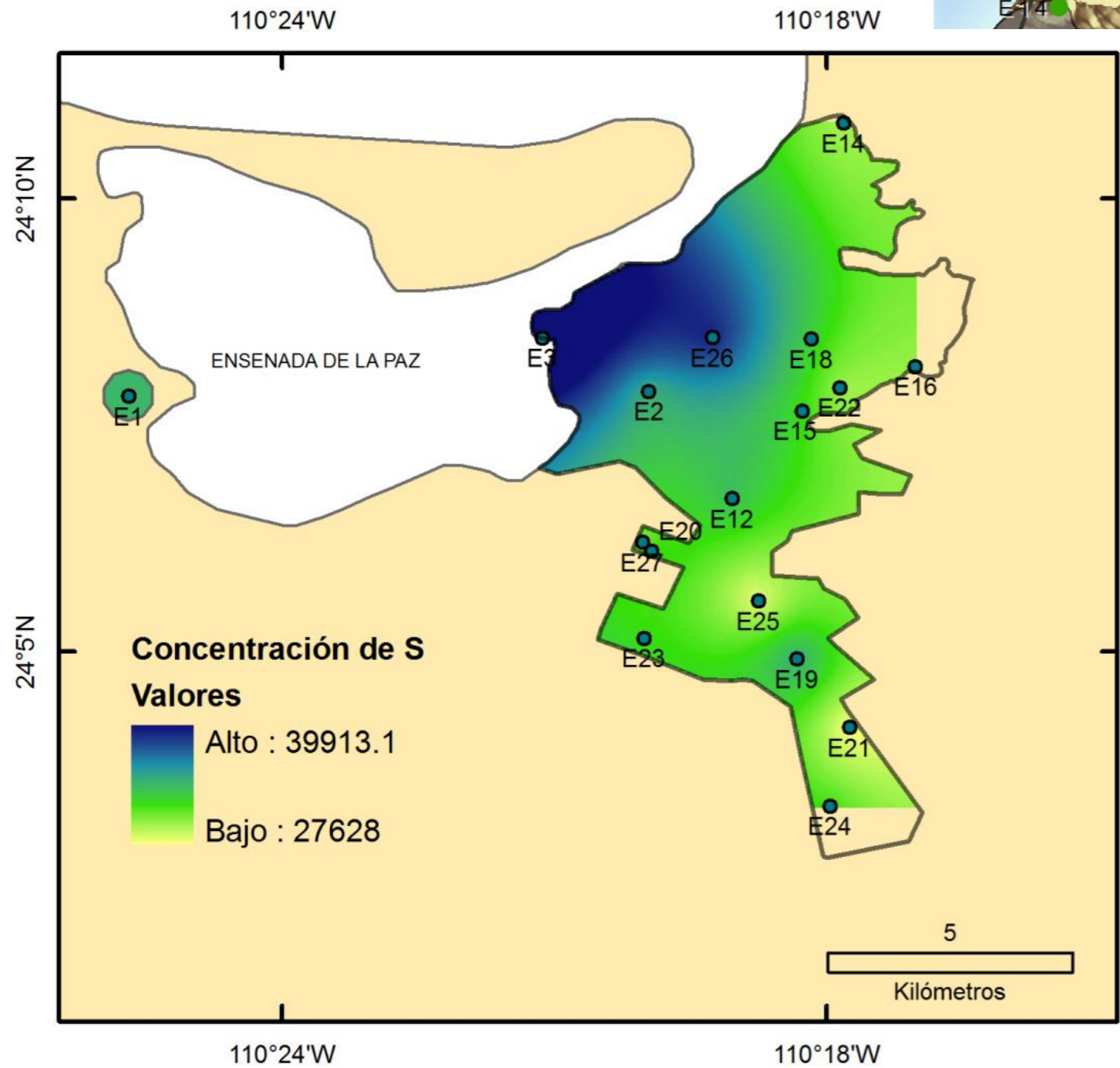
# Concentración de Azufre (S) en partículas eólicas colectadas en filtros

S mg/m<sup>3</sup>



## Concentraciones promedio por estación (mg/m<sup>3</sup>)

Las concentraciones de S obtenida en el filtro y el volumen de aire filtrado por tiempo se usó para conocer la concentración en mg/m<sup>3</sup>

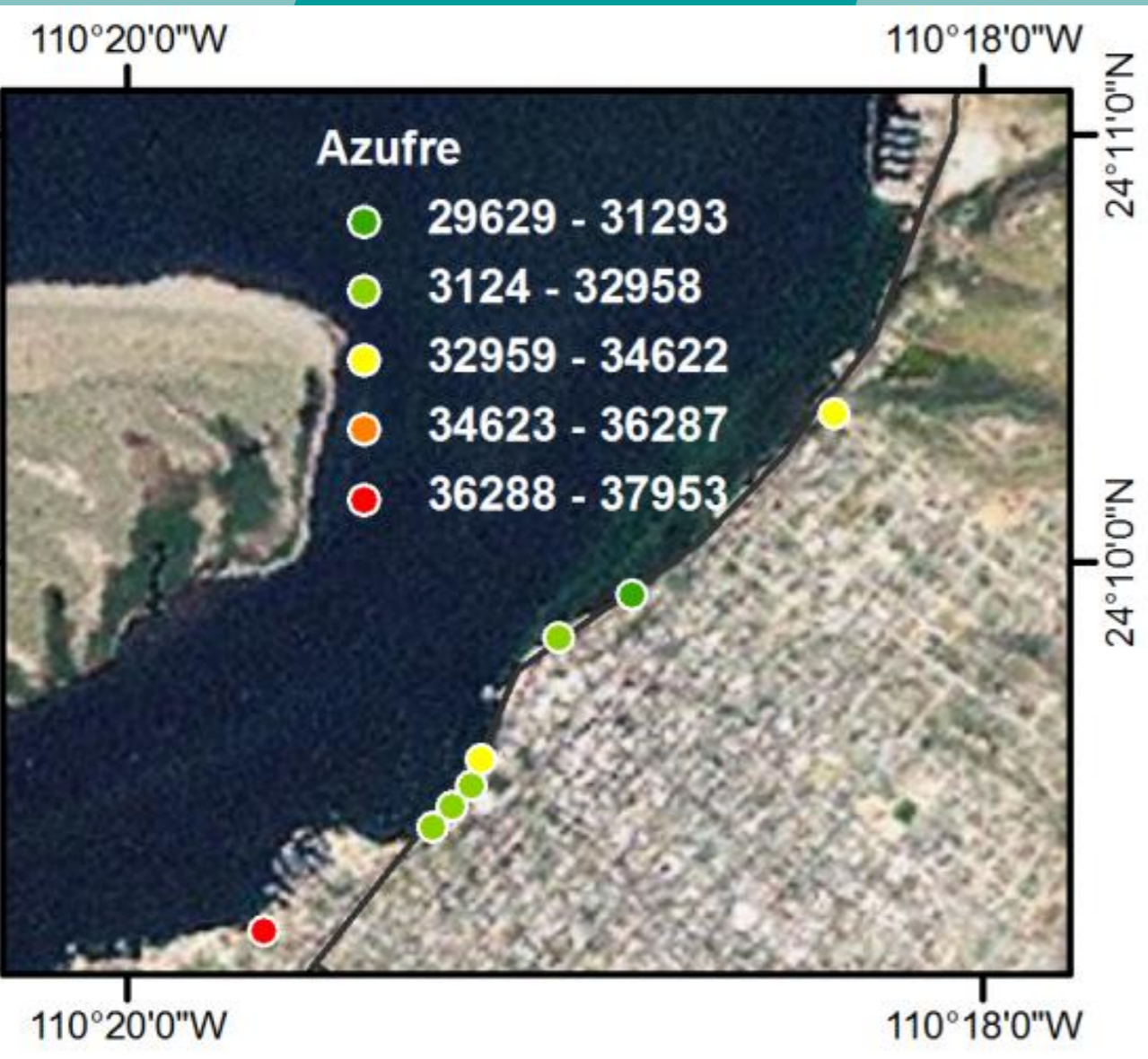


Concentraciones mínimas y máximas de S (mg/kg)

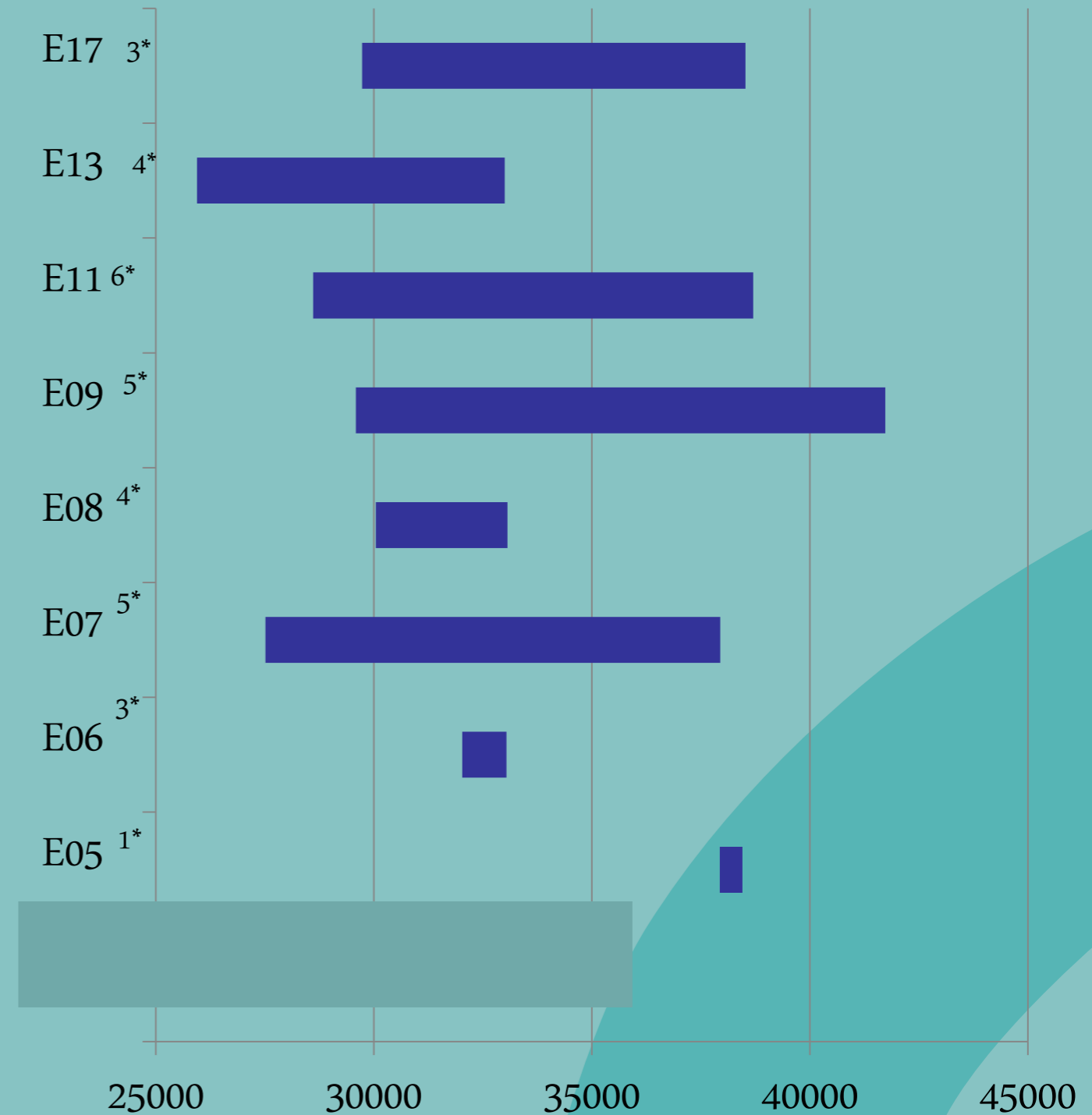
Concentraciones promedio por estación (mg/kg)



# Concentración de Azufre (S) en sedimentos fluviales



Media de las concentraciones  
 por estación (mg/kg)



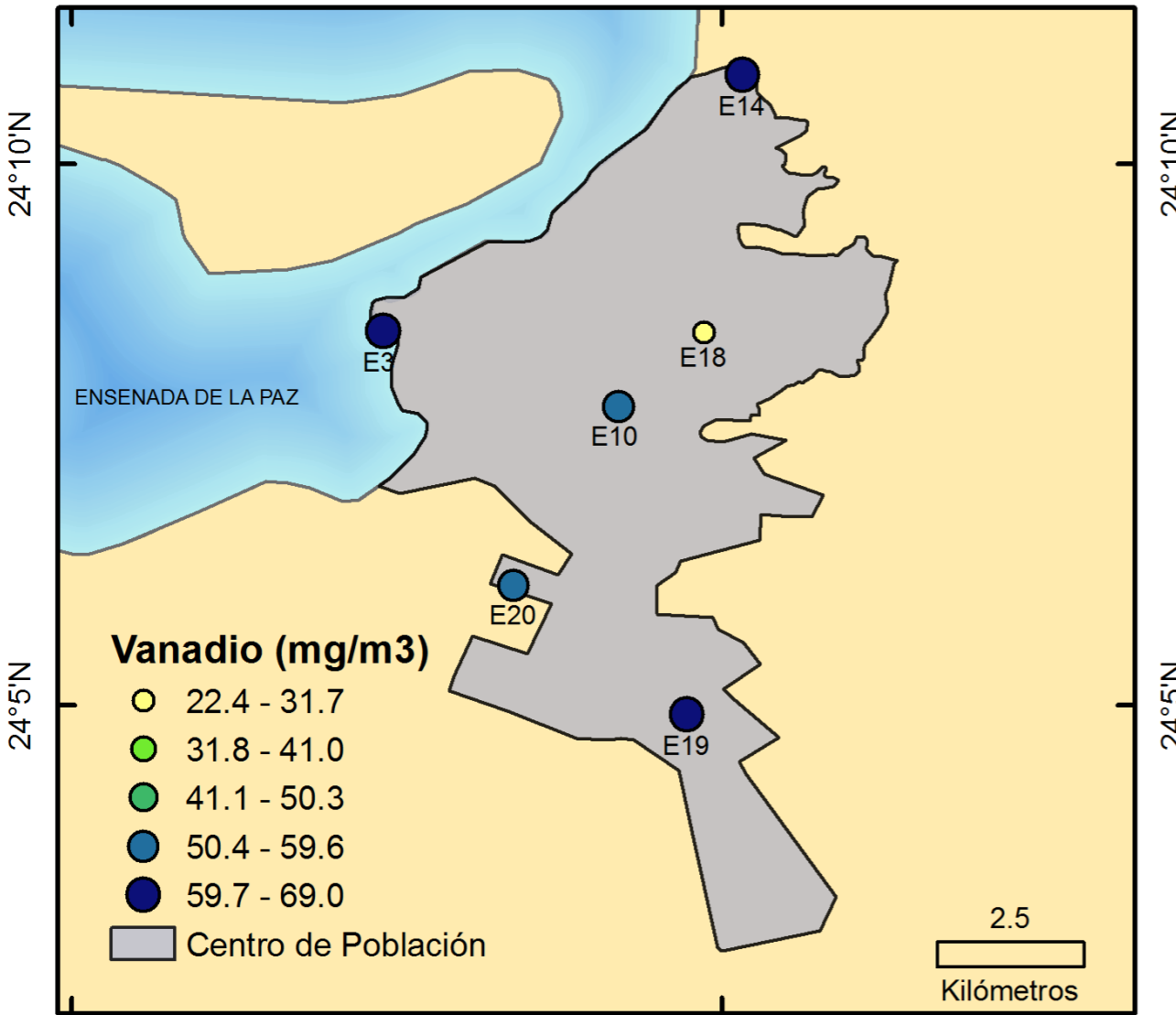
Concentraciones mínimas y máximas de Azufre (mg/kg)

\* Número de muestras analizadas por estación



110°24'W

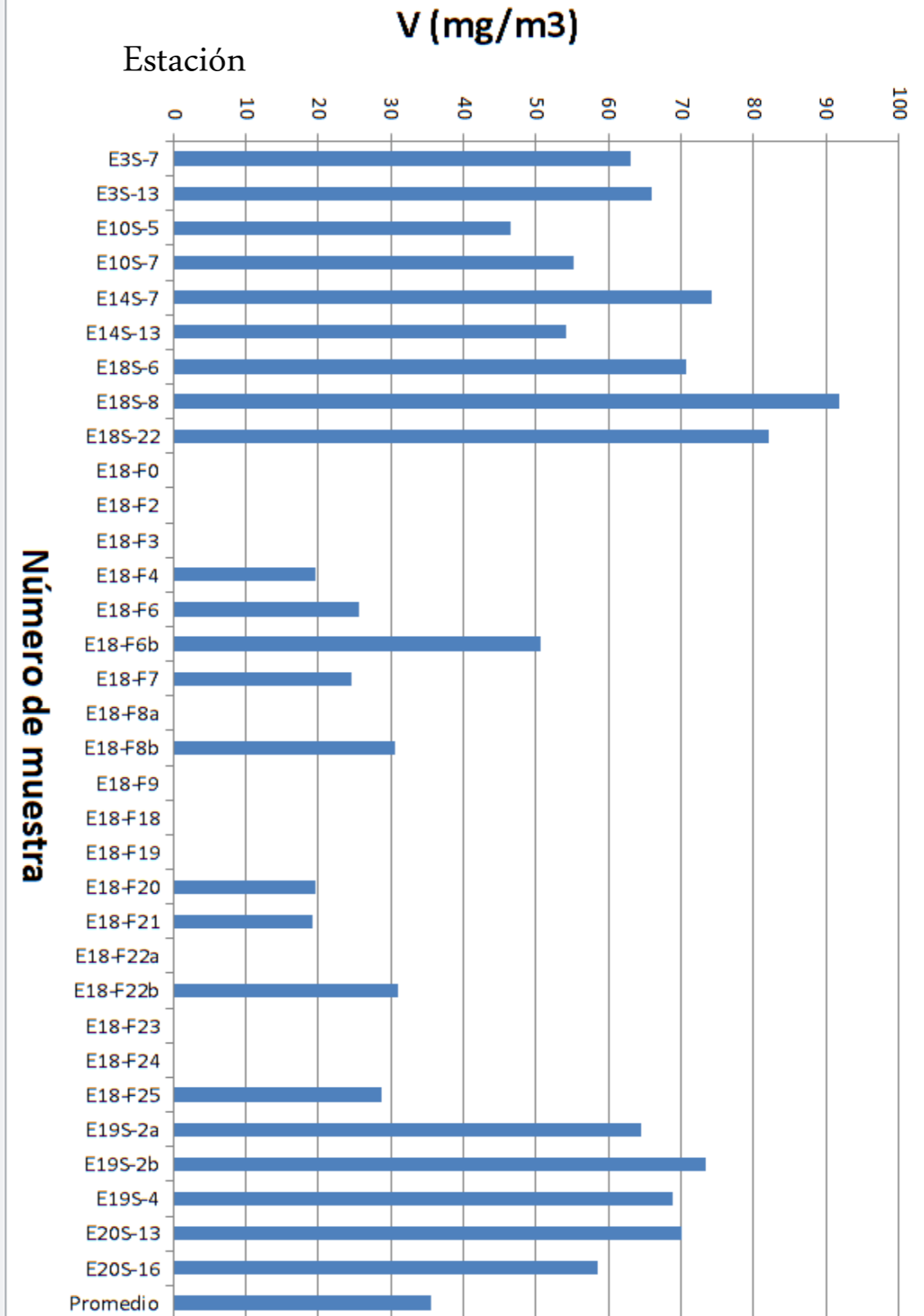
110°18'W



110°24'W

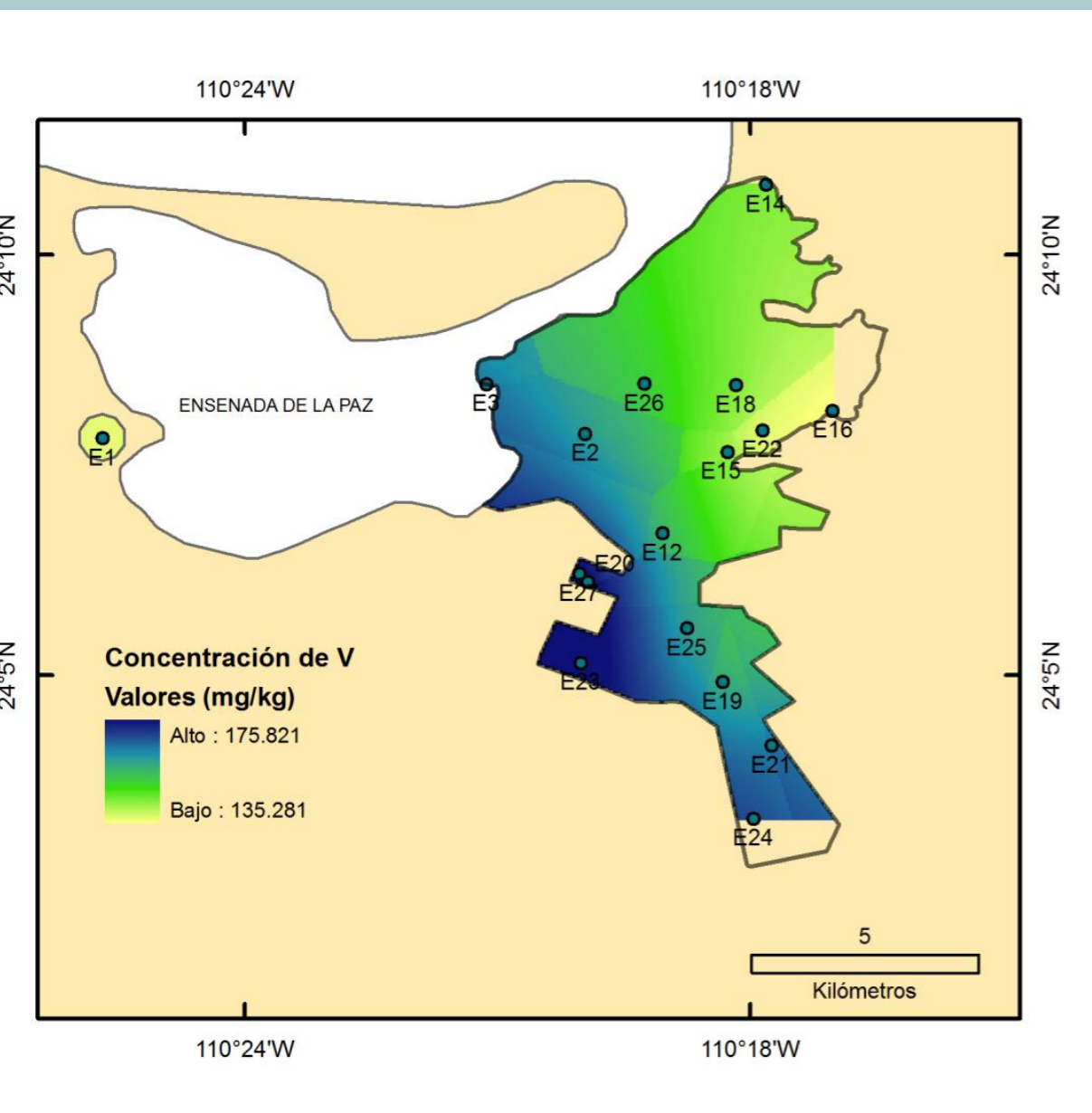
110°18'W

Concentraciones promedio por estación (mg/m<sup>3</sup>)

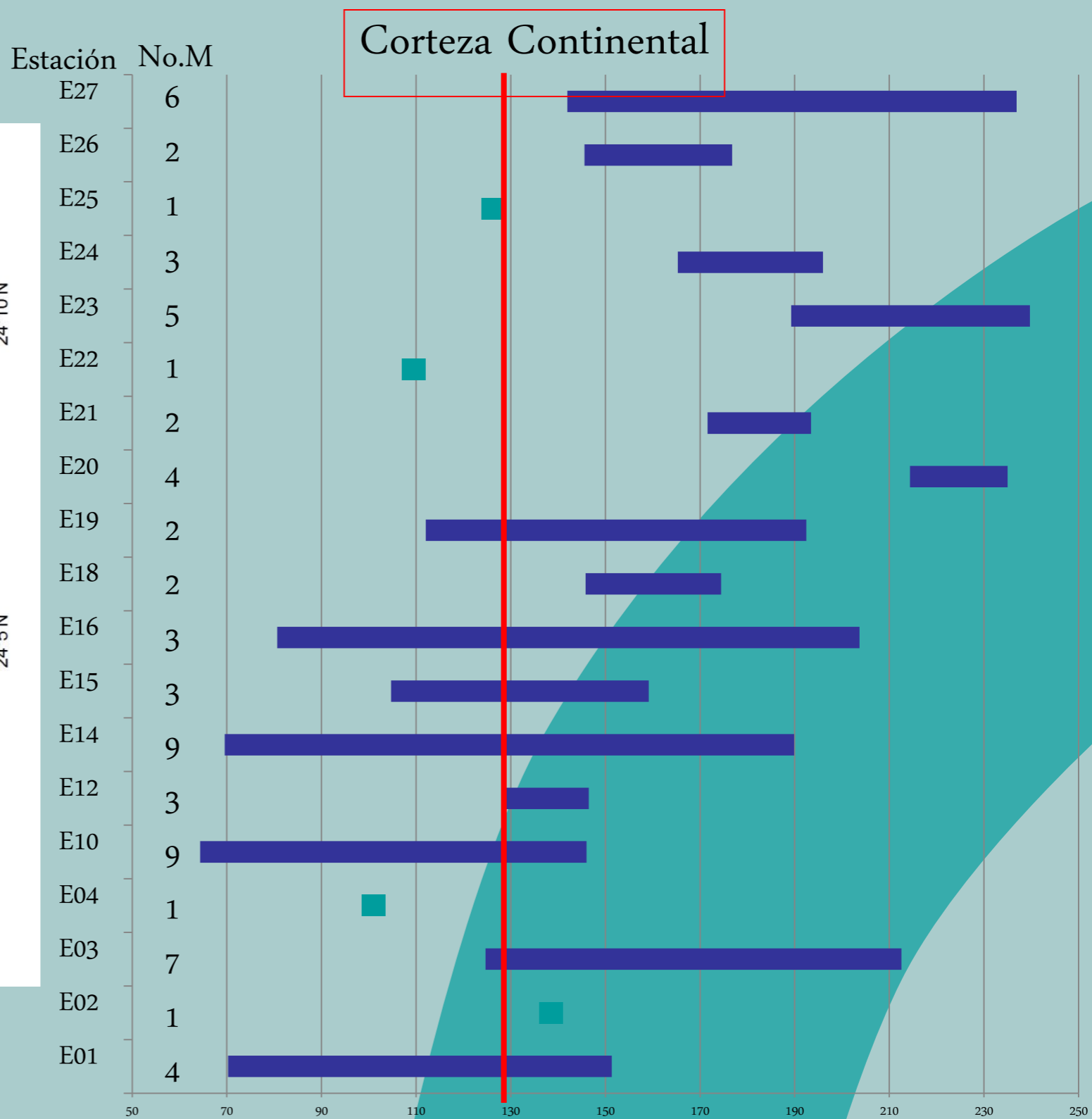


Las concentraciones de V obtenida en el filtro y el volumen de aire filtrado por tiempo se usó para conocer la concentración en mg/m<sup>3</sup>



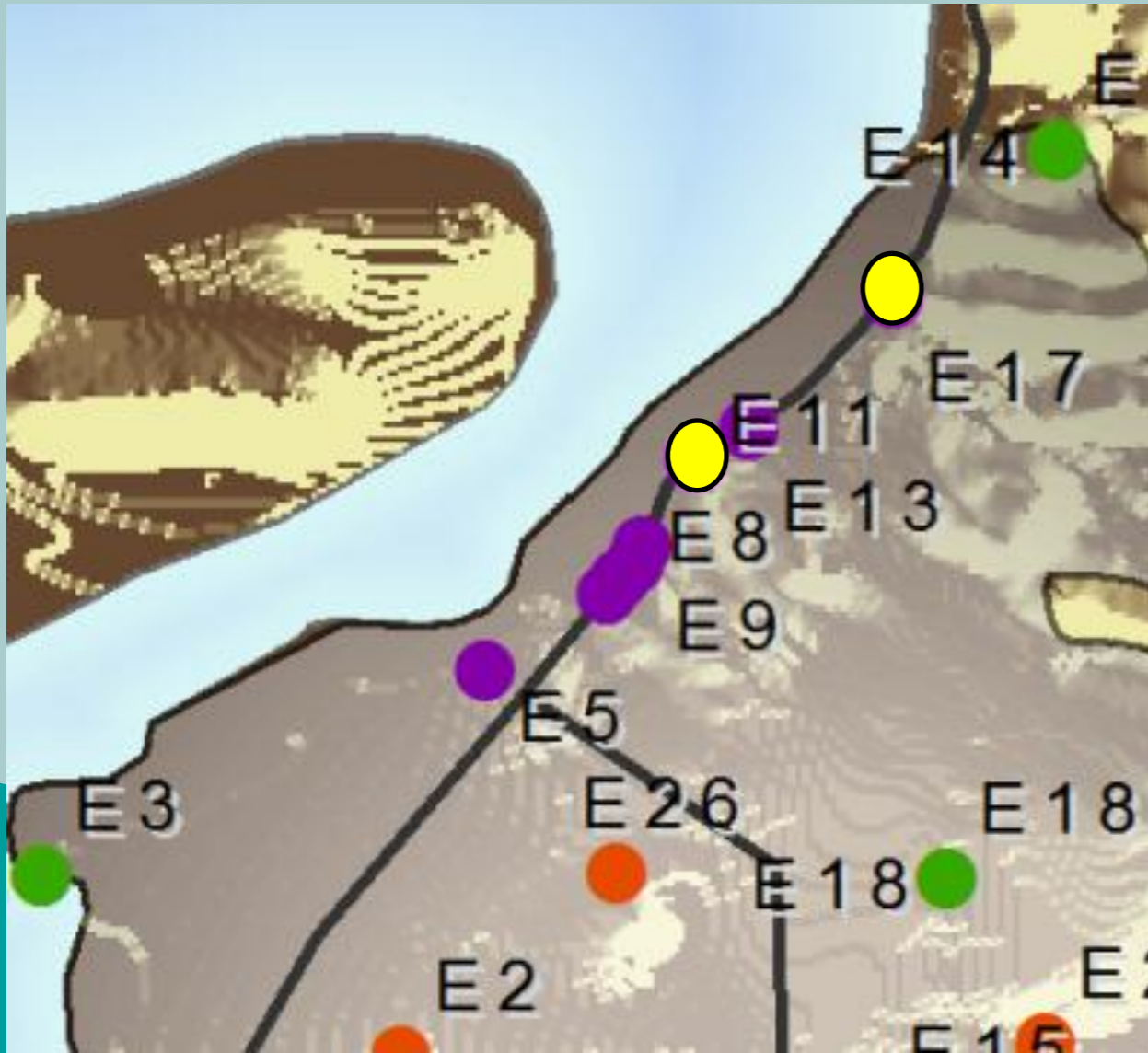


Media de las concentraciones  
 por estación (mg/kg)

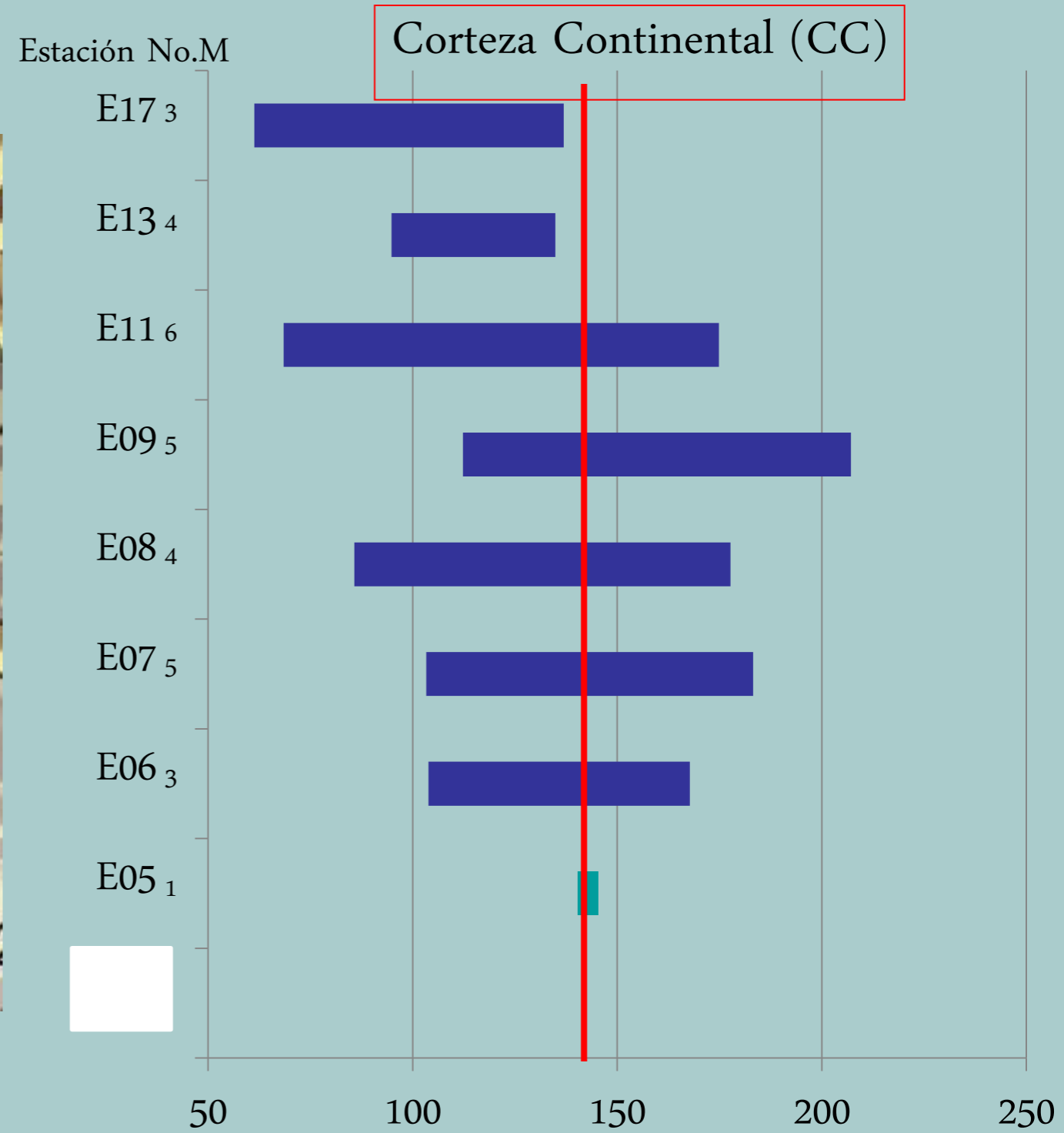


Concentraciones mínimas y máximas de Vanadio (mg/kg)

\* Número de muestras analizadas por estación



● > CC, ● < CC

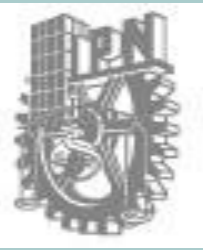


Concentraciones mínimas y máximas de Vanadio (mg/kg)

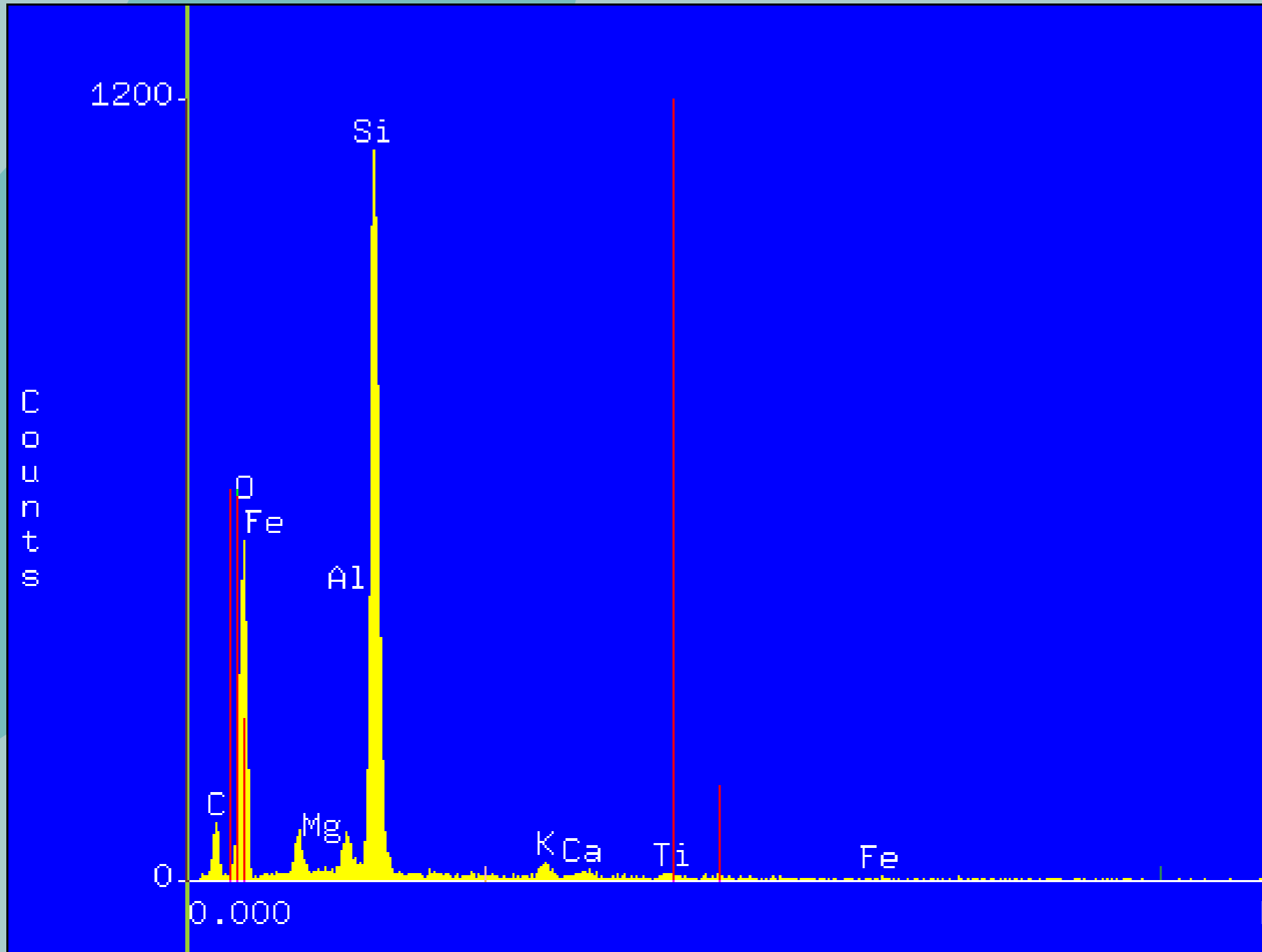
\* Número de muestras analizadas por estación



# Partículas con Vanadio



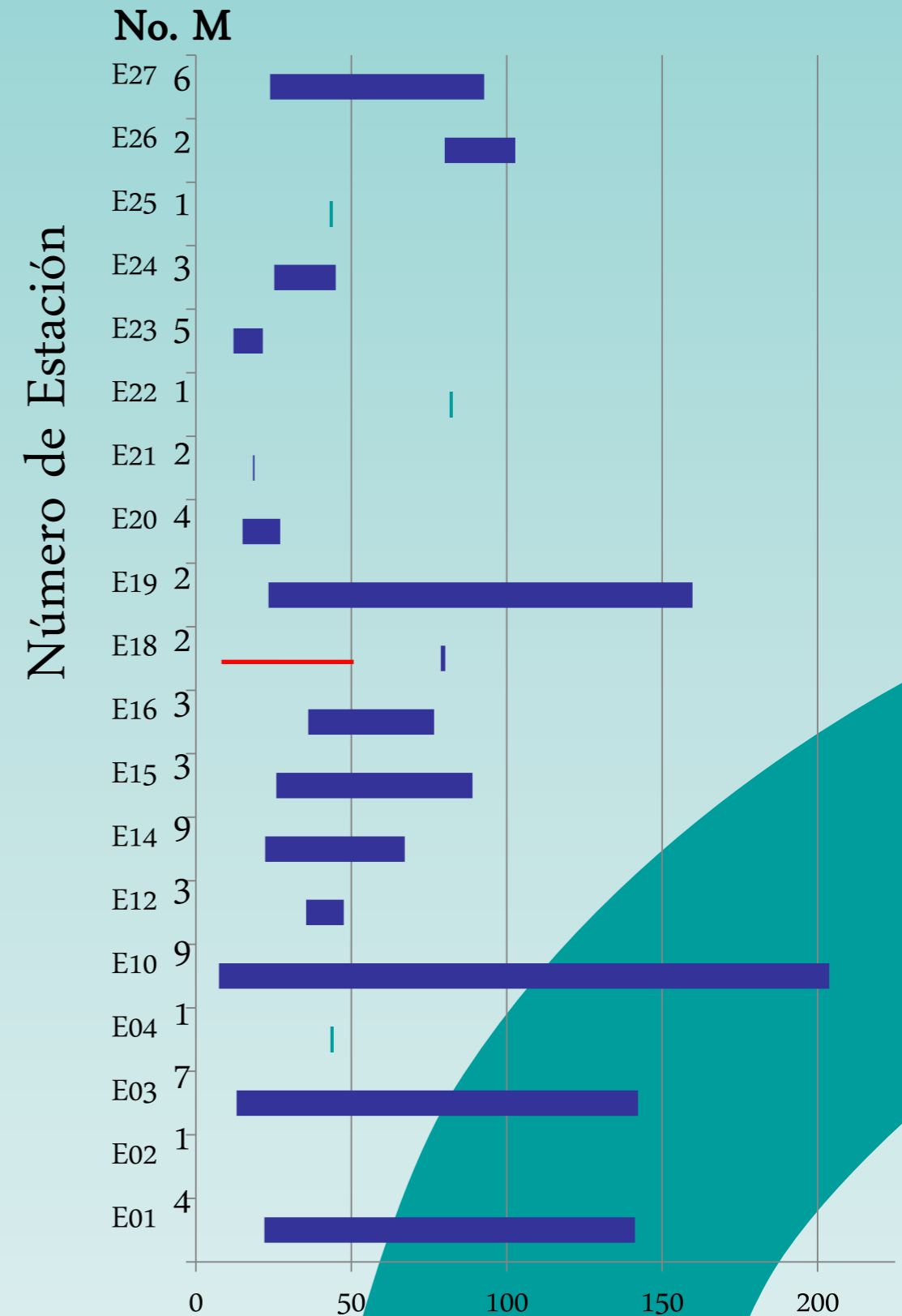
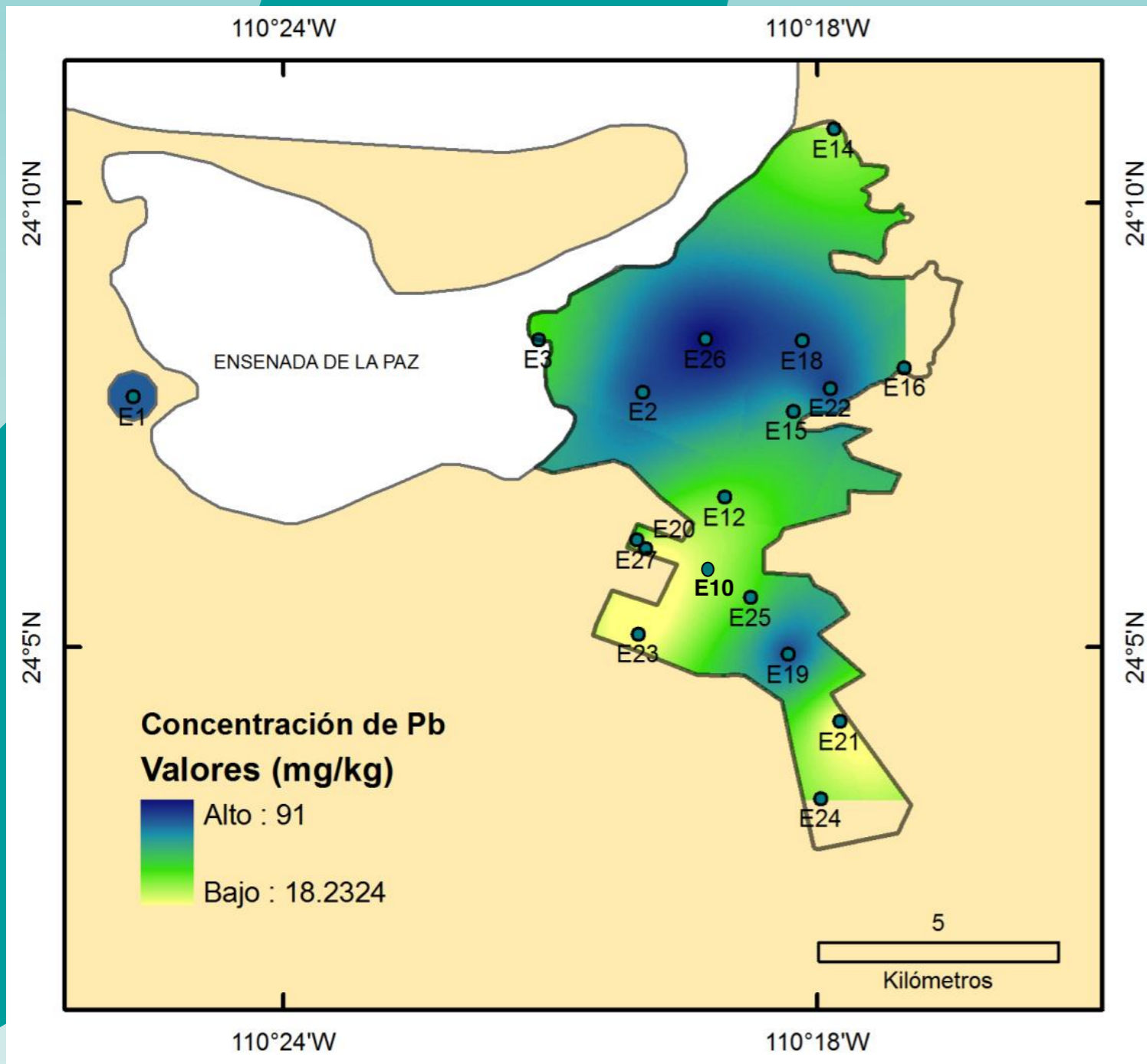
## microscopio Electrónico de Barrido



Compound Formula	Compound Wt. %
SiO2	84.63
TiO2	0.89
Al2O3	3.65
Fe2O3	0.60
MgO	0.24
MnO	0.15
CaO	1.04
Na2O	5.55
K2O	1.74
SO3	0.52
ZnO	0.57
<b>V2O5</b>	<b>0.24</b>
Cl	0.18
---	---
	100.00



# Concentración de Plomo (Pb) en partículas eólicas colectadas en charolas



Media de las concentraciones por estación (mg/kg)

— de 6 estaciones de colecta con filtro,  
solo la Estación 18 presentó Pb en 2 muestras

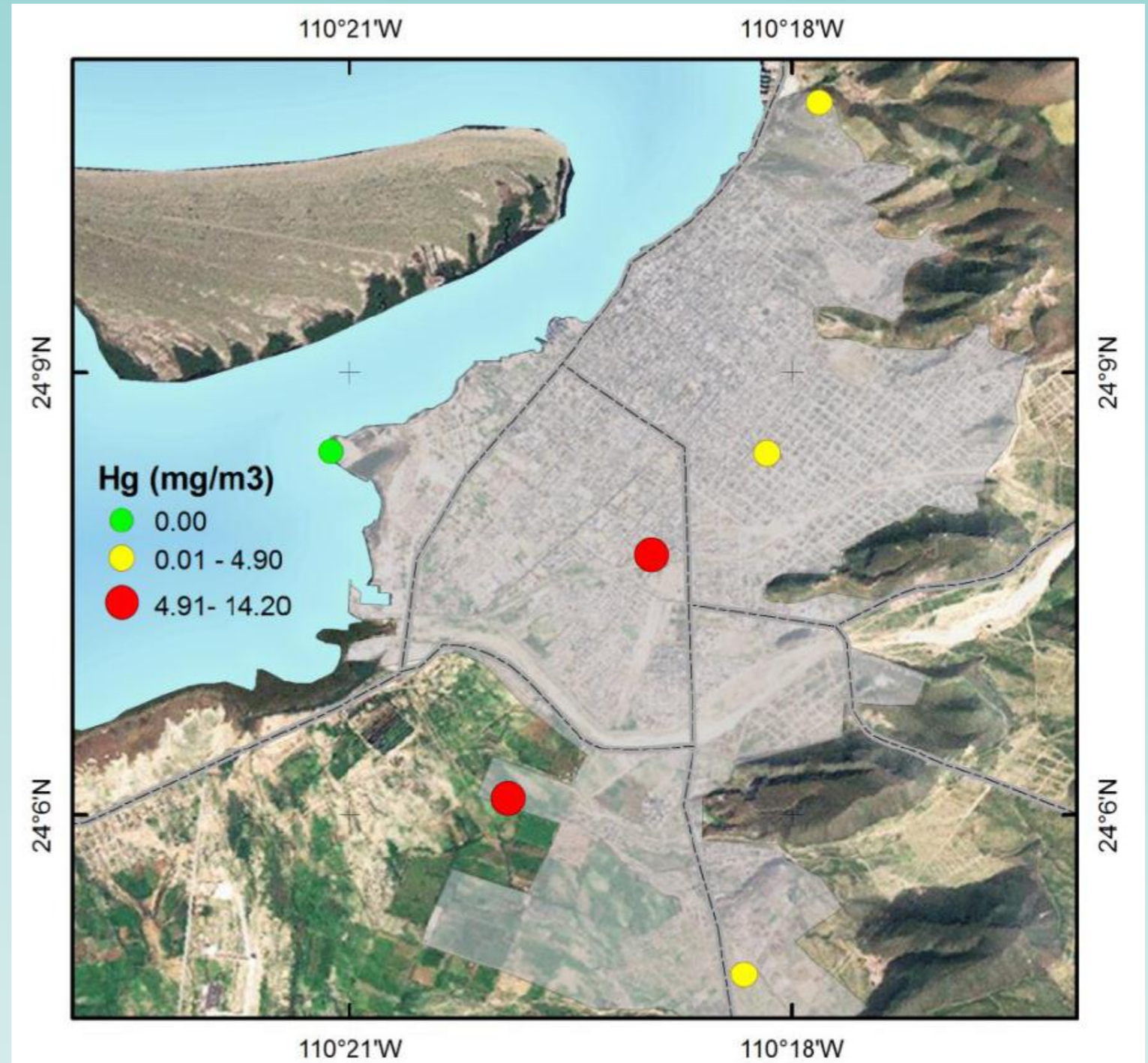
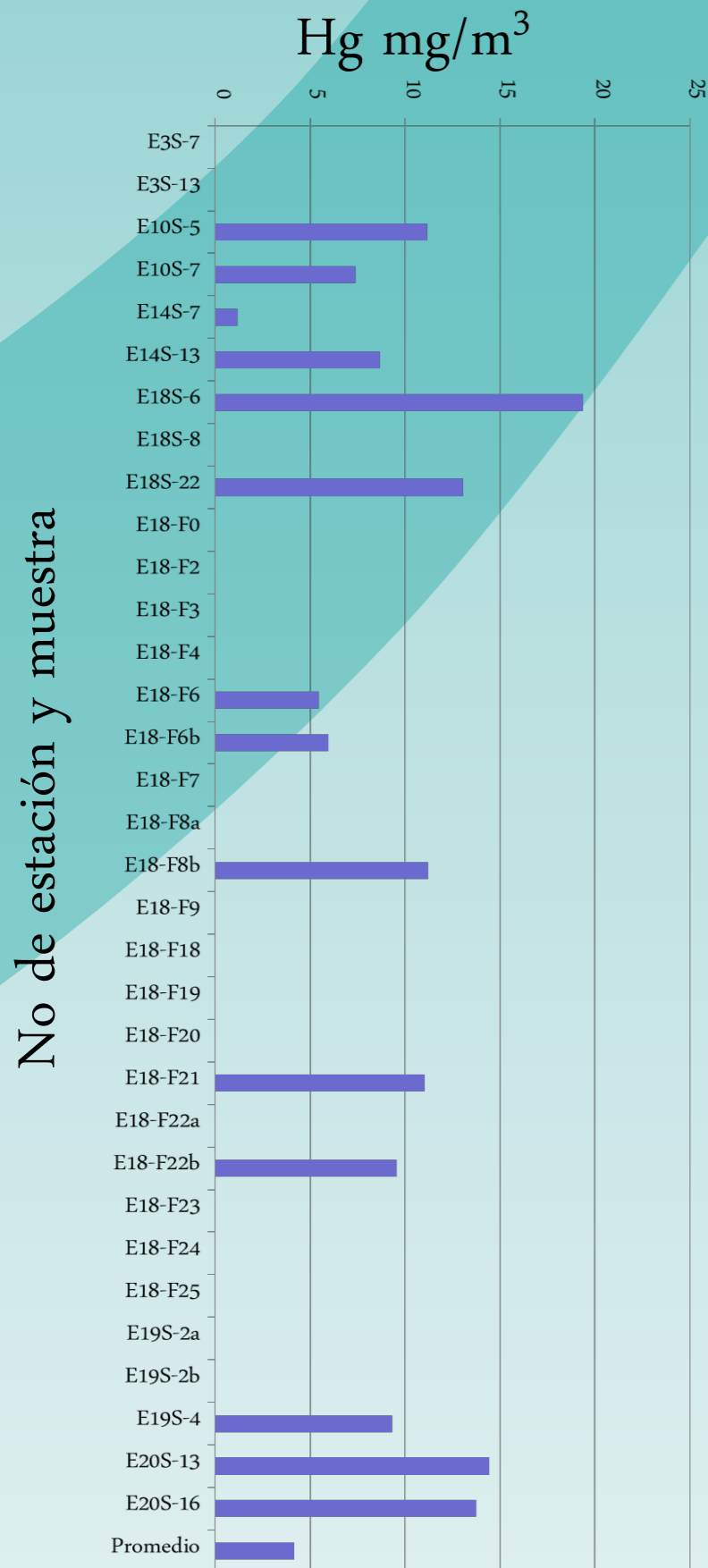
Concentraciones mínimas y máximas de Plomo (mg/kg)

\* Número de muestras analizadas por estación



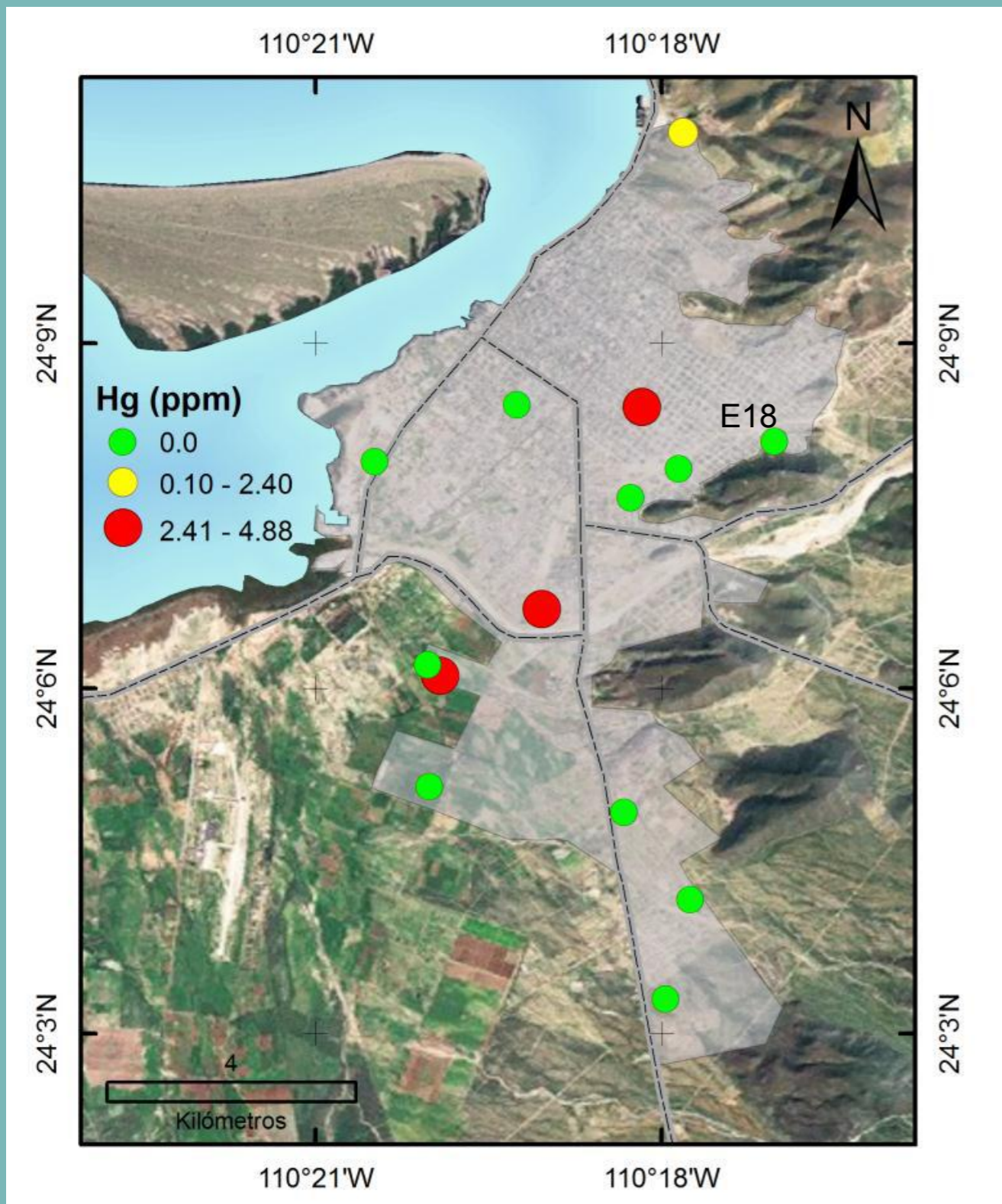


# Concentración de Mercurio (Hg) en partículas eólicas colectadas en filtros

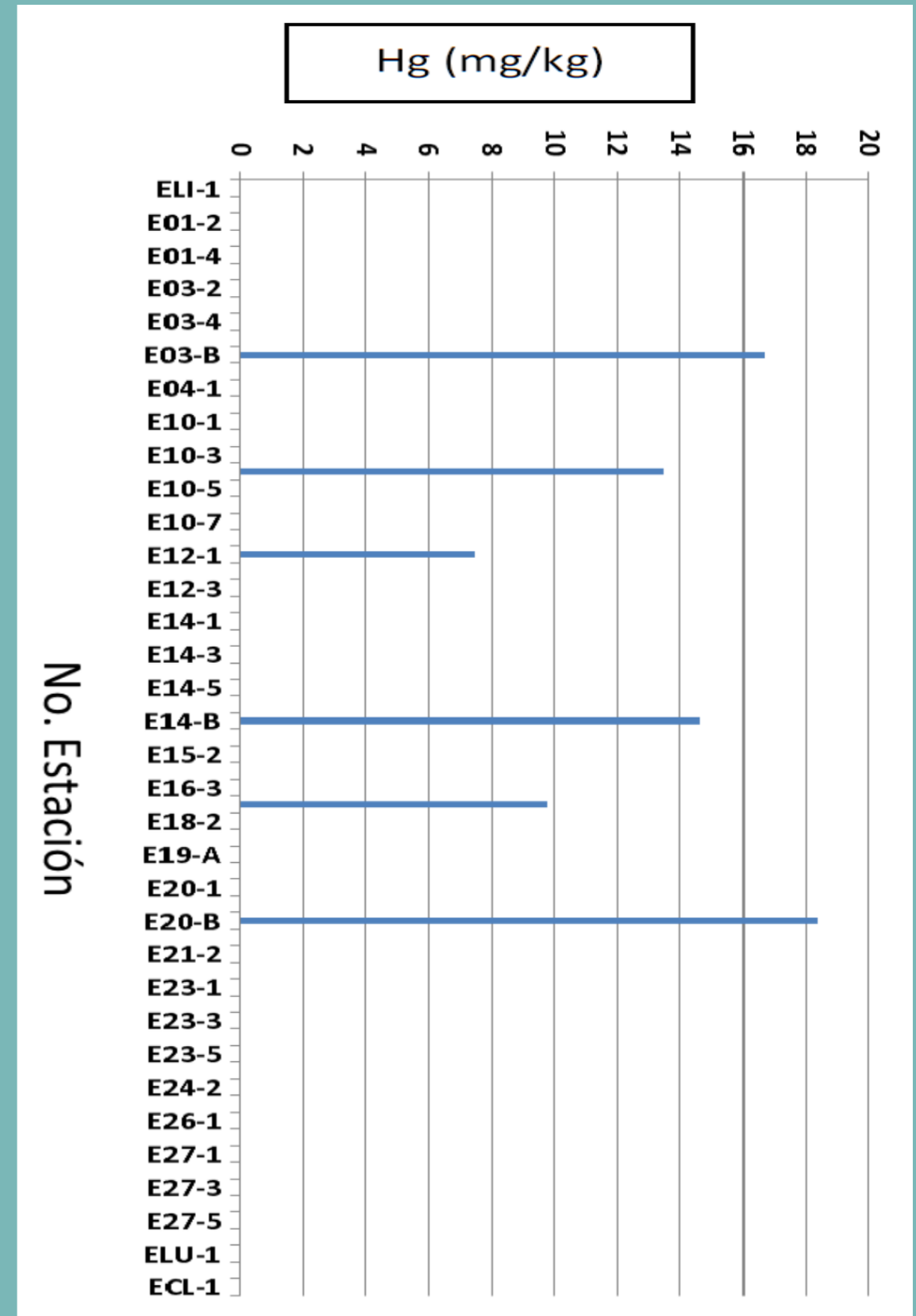


Media de las concentraciones por estación (mg/m<sup>3</sup>)



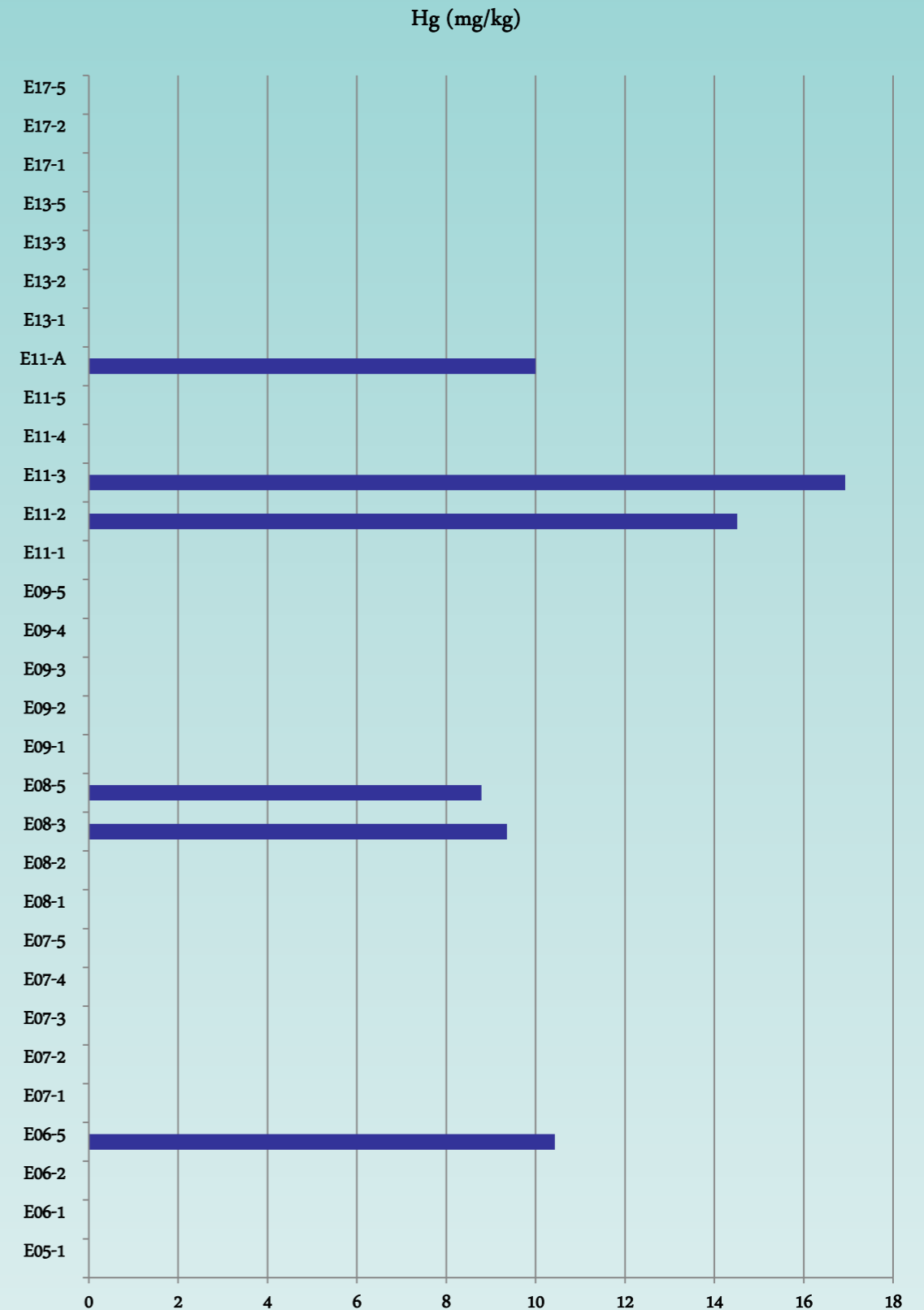
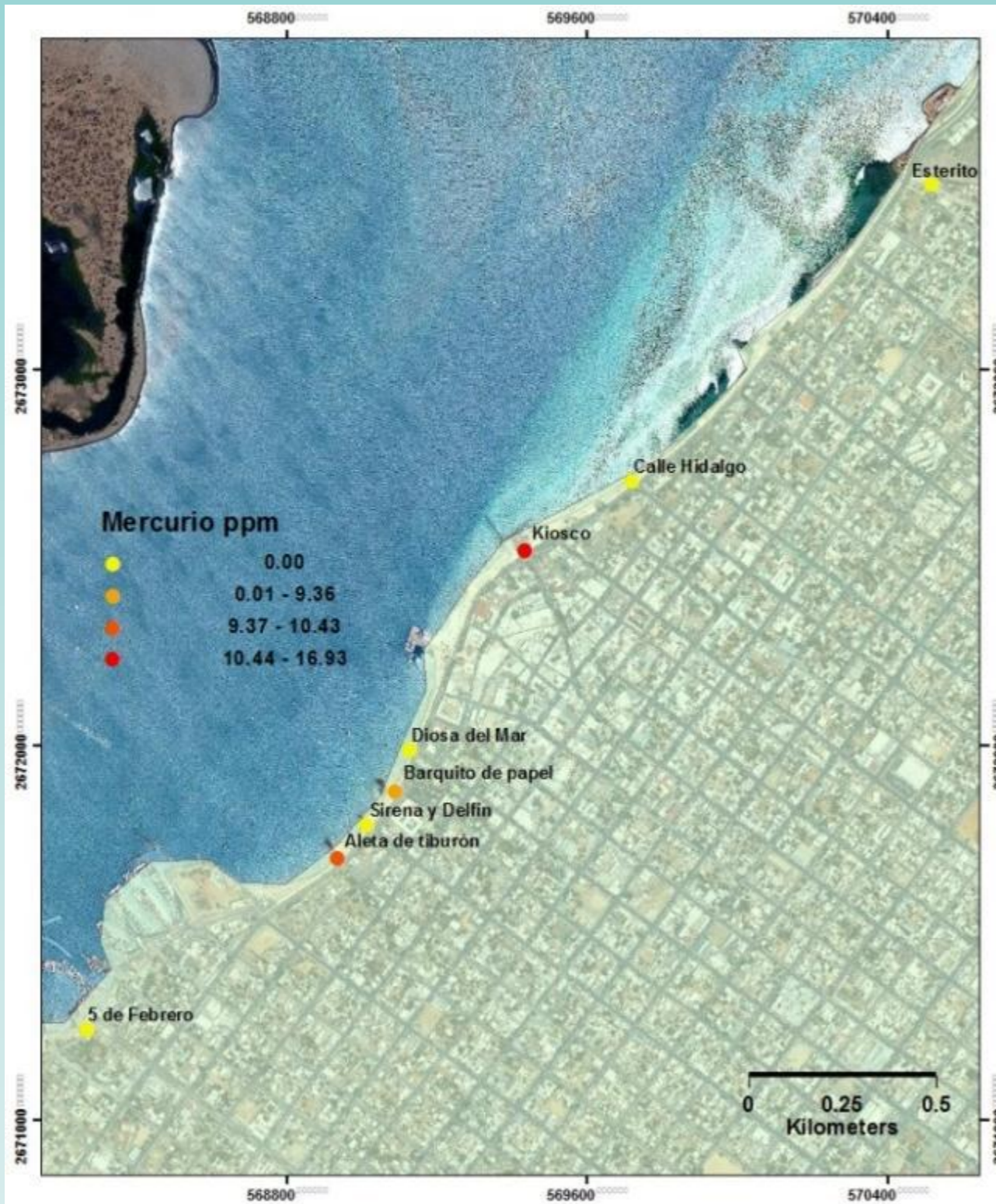


Concentraciones promedio por estación



Concentraciones de Mercurio (mg/kg)





Concentraciones promedio por estación

Concentraciones de Mercurio (mg/kg)



## Partículas suspendidas colectadas en filtros (34 muestras)

	MINIMO	MAXIMO	
ELEMENTO	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	
Hg	0	19	0.15 µg/ m <sup>3</sup> (NAAQS )
Pb	0	53	
S	81	555	
V	22.5	69	0.18 µg/m <sup>3</sup> (A.Urbana poblada, Bélgica)

NAAQS, National Ambient Air  
Quality Standards

## Partículas suspendidas colectadas en charolas (67 muestras)

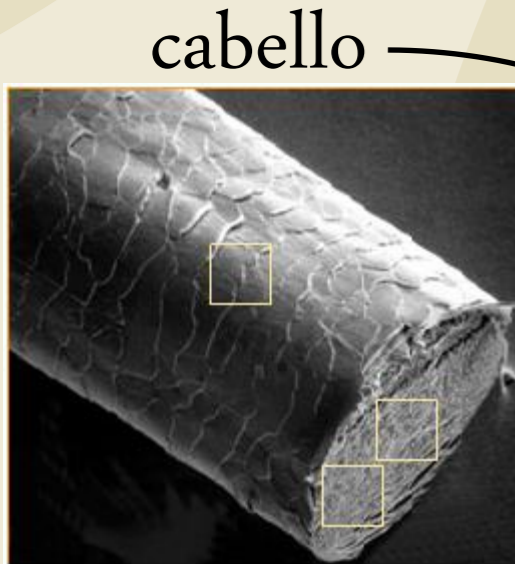
	MINIMO	MAXIMO	Corteza Terrestre	Suelo (NOM 147 SEMARNAT)
ELEMENTO	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Hg	33	64	0.056	23
Pb	3	56	14.8	400
S	24785	50231	697	
V	64	240	150	78

## Sedimentos fluviales (31 muestras)

	MINIMO	MAXIMO	Corteza Terrestre	Suelo (NOM 147 SEMARNAT)
ELEMENTO	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Hg	8.8	17	0.056	23
Pb	28	409	14.8	400
S	25944	41731	697	
V	61	207	150	78



Las personas, especialmente adultos mayores y niños, son propensos a ser afectados por la exposición a la contaminación por partículas. El riesgo se incrementa si las partículas están compuestas por elementos pesados o Carbón

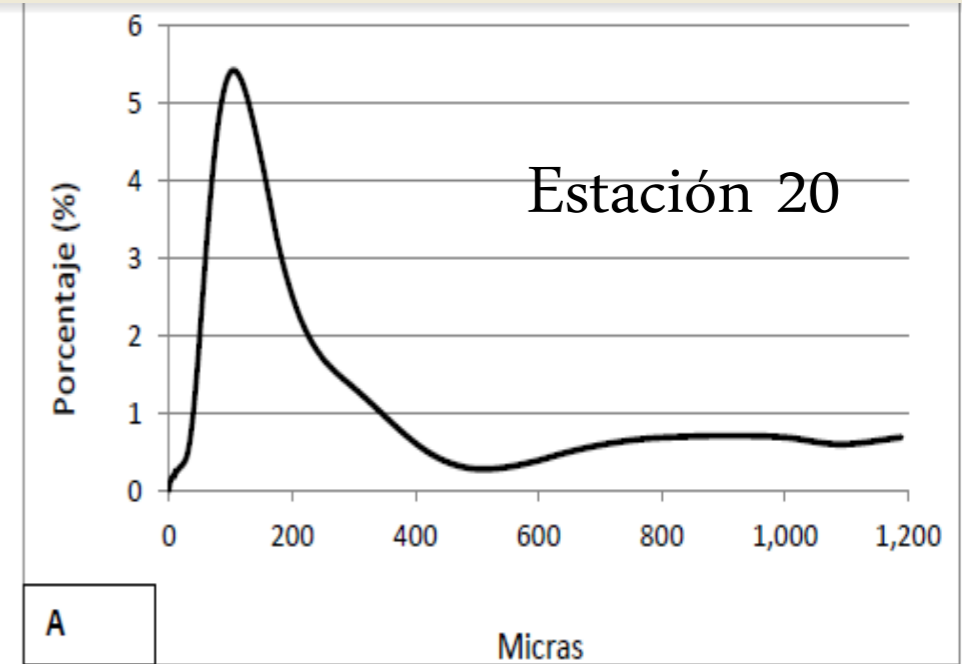
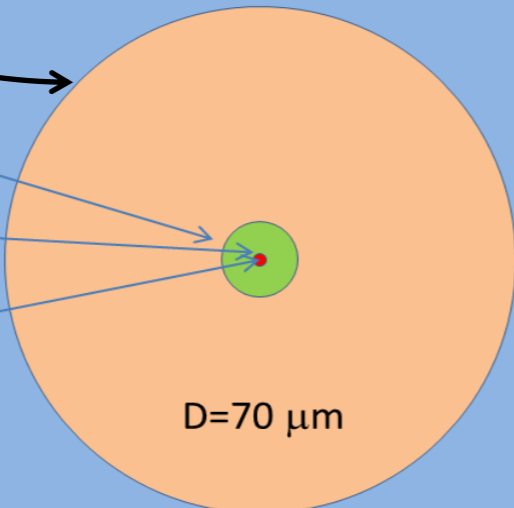


cabello

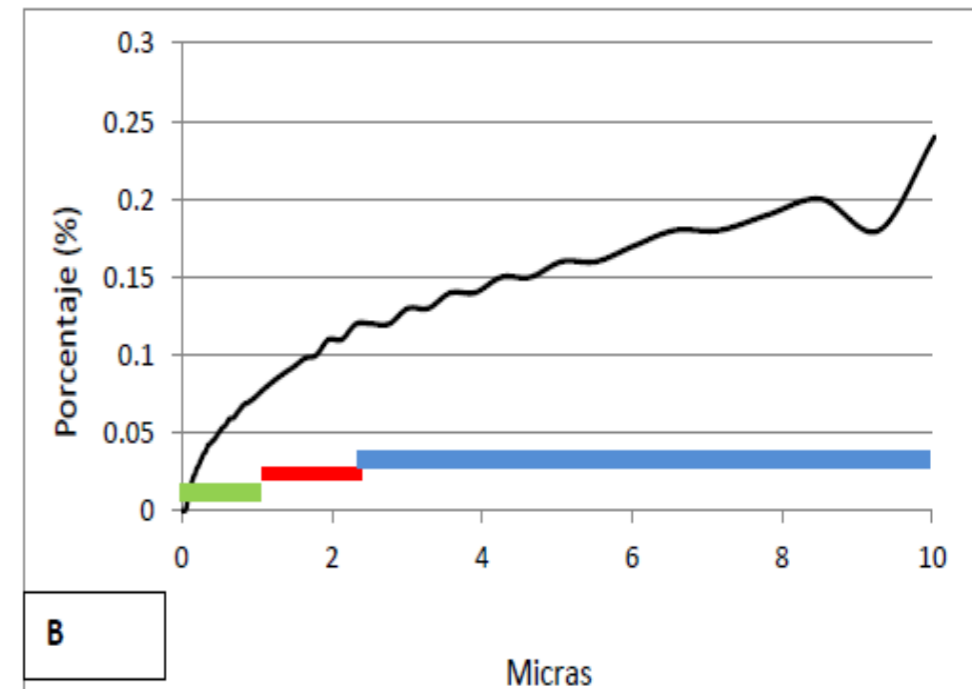
**Diámetro de las partículas suspendidas comparados con el diámetro promedio de un cabello humano**

**Pm10**  
**Pm2.5**  
**Pm 0.1**

D=70  $\mu$ m



PM 10 a 1200 micras= 95.4 %



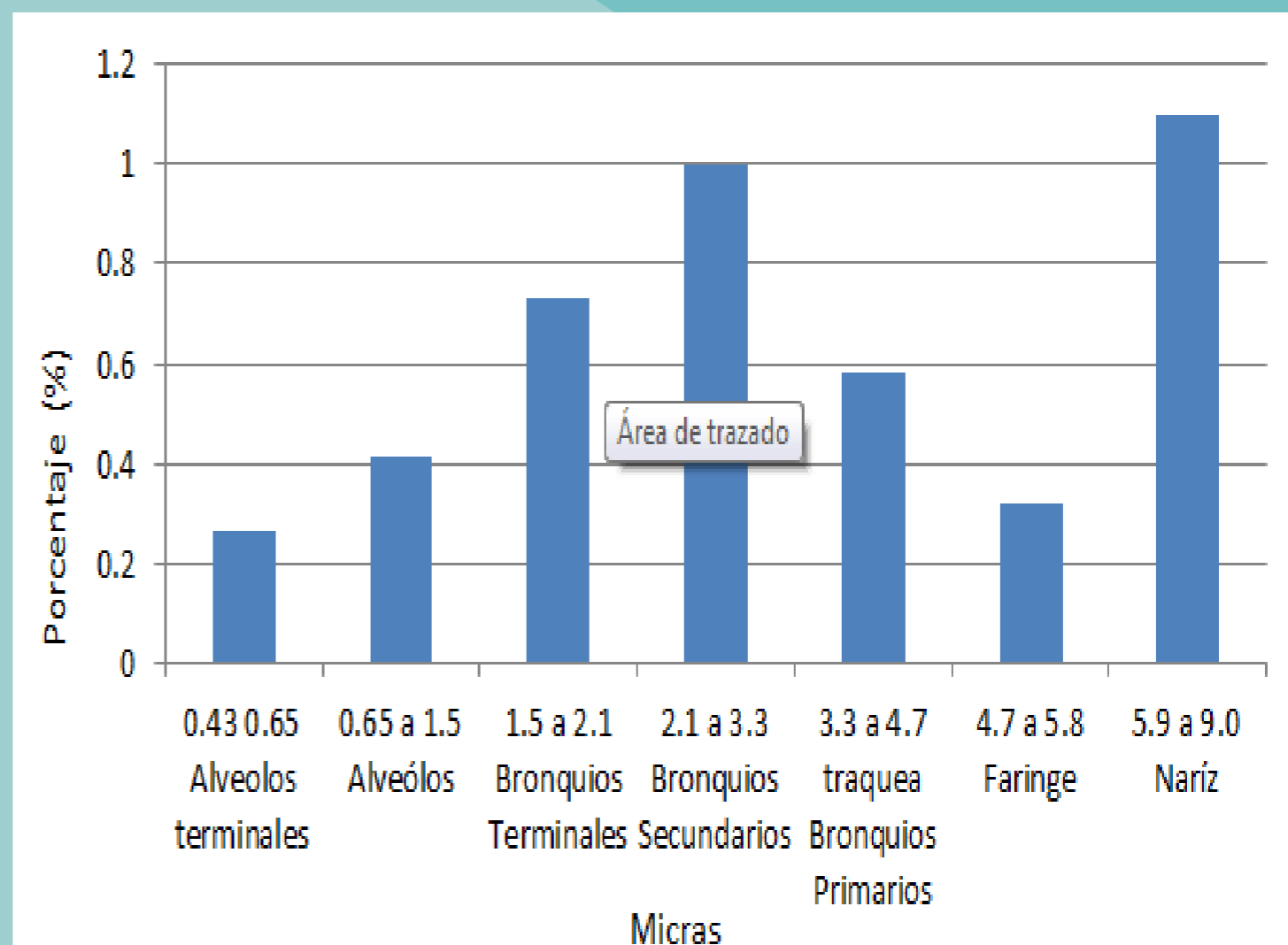
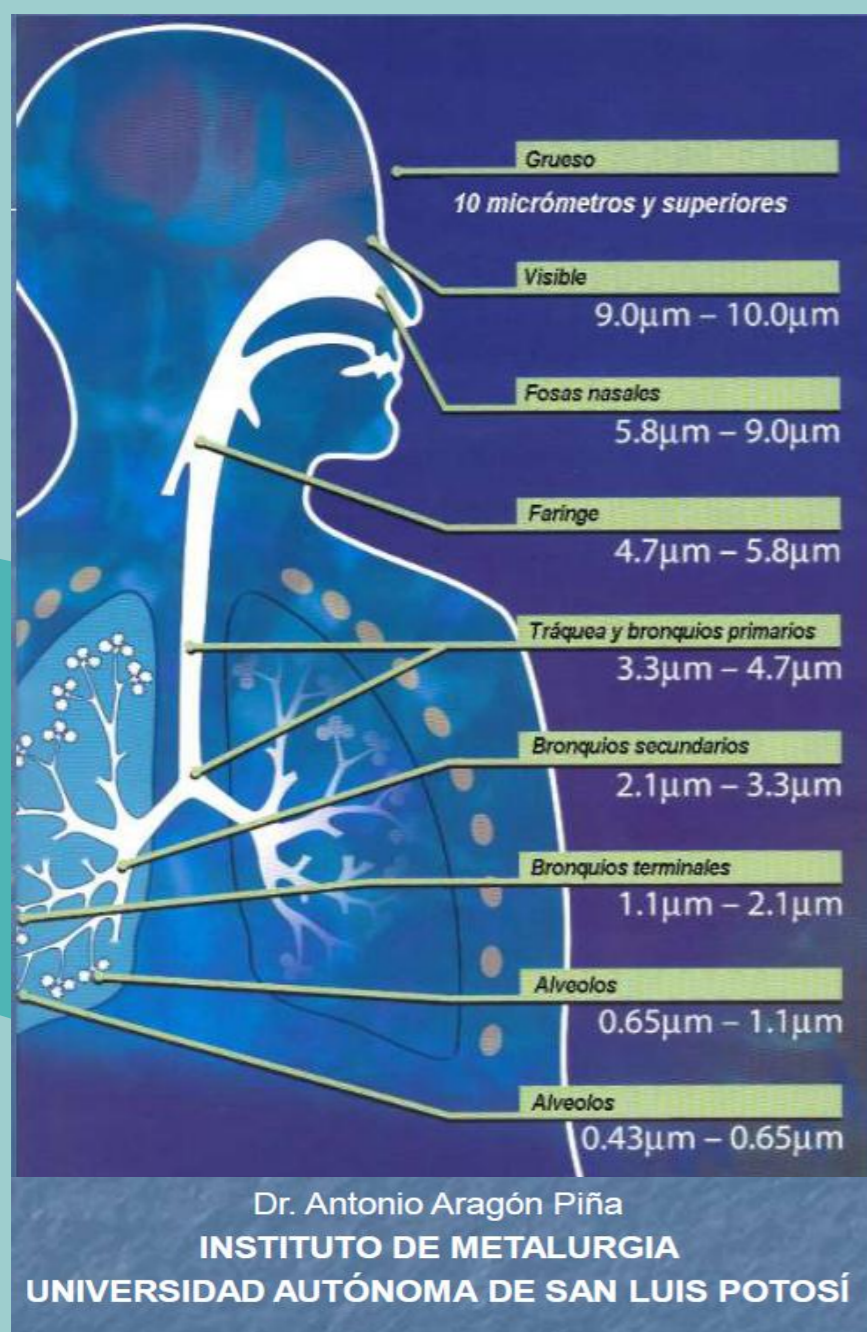
Color Verde: PM menor a 1 micra = 1.13 %, Color Rojo: PM 1 a 2.5 micras= 0.96 %,

Color Azul: PM 2.5 a 10 micras= 2.5 %,

# Problemas de salud - Azufre



Estudios previos han demostrado que existe correlación entre la presencia de  $\text{SO}_2$  y partículas sulfatadas  $\text{PM}_{10}$  derivadas de  $\text{SO}_2$  (Schwartz et al., 1994).



Relación de Tamaño de partículas y partes del sistema respiratorio (Aragón-Piña, 2009) y el porcentaje de partículas en muestras de gravedad de la estación E-20.





Las partículas en el aire de la Cd. de La Paz contienen Hg, Pb, V y S, en concentraciones de riesgo para la salud, por lo que es necesario:

- CFE reduzca la emisión de gases y partículas de las termoeléctricas,
- Autoridades apliquen un programa para reducir las emisiones vehiculares,
- Programa para reducir el consumo de energía eléctrica, para disminuir la generación de partículas por las termoeléctricas,
- Aplicar un programa de pavimentación de calles de terracería,
- Aplicar programa de prevención a la salud para reducir la exposición a los contaminantes aéreos.

**¡GRACIAS!**