

ANÁLISIS DE LOS DATOS DE CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE EN AIRE MEDIDOS EN LA ZONA DE ÑANDUBAYSAL (PROVINCIA DE ENTRE RÍOS)

Desde el 11 de octubre de 2007 a las 02:00hs hasta el 31 de octubre de 2007 a las 23:00hs, el sensor muestreador-analizador de dióxido de azufre marca Termo estuvo midiendo concentraciones de SO₂ en aire en las cercanías de Ñandubaysal (Provincia de Entre Ríos). Este equipo se basa en la tecnología fluorescente pulsada. Este equipo continúa actualmente determinando las concentraciones de dióxido de azufre en aire.

En este Informe se analizan los valores de concentración de dióxido de azufre en aire determinada entre las fechas y horas anteriormente mencionadas.

En algunas oportunidades, por diferentes motivos, principalmente por cortes en el suministro de energía eléctrica, el sensor dejó de operar (en total faltan 90 datos horarios). Los datos suministrados fueron consistidos y depurados utilizando para ello, el doble del desvío estándar del logaritmo de las concentraciones.

Luego del proceso de consistencia y de depuración de los datos quedaron 412 valores horarios de concentración de SO₂ en aire.

En la Figura 1 se encuentra graficada la variación temporal de la concentración horaria (ppb) de dióxido de azufre en aire. En dicha Figura, se encuentra señalado el valor medio de la concentración horaria de dióxido de azufre en aire correspondiente al período de medición.

En la siguiente Tabla se incluyen los valores de diferentes parámetros estadísticos de la serie de 412 valores medidos de la concentración horaria de dióxido de azufre en aire .

Parámetro	Valor
Número de datos	412
Promedio	0.481ppb
Valor máximo	1.286ppb
Valor mínimo	0.034ppb
Desvío estándar	0.205ppb
Valor modal	0.540ppb
Mediana	0.473ppb
Coefficiente de asimetría	1.035
Coefficiente de curtosis	1.753

En la Figura 2 se presenta la distribución de frecuencias de los valores de concentración horaria de SO₂ en aire. Estas frecuencias se adaptan a una distribución log-normal con los siguientes valores característicos: a) media geométrica (μ_g): 0.439ppb y b) desviación estándar geométrica (S_g): 1.554. En la Figura 3 se presenta la representación gráfica de la distribución de frecuencias acumuladas observadas ajustada a una representación log-normal.

El número de datos de dirección del viento correspondientes al período de mediciones de dióxido de azufre en aire es 372. Por lo tanto, hay 40 horas de mediciones de SO₂ en aire que no tienen datos de dirección del viento.

En la Figura 4 se presenta la distribución de frecuencias de direcciones del viento. Se observa que las direcciones de viento más frecuentes son ENE (15.86%) y NE (14.79%) y las menos frecuentes corresponden al W (0.81%) y al WSW (1.35%). No se presentan casos con calmas.

La dirección del viento que transportaría los contaminantes emitidos desde Botnia hacia Gualeguaychú (Provincia de Entre Ríos) es 112° (ESE), respecto del norte. La frecuencia de esta dirección del viento es 5.12%. Las direcciones fueron consideradas según sectores de 22.5°. Suponiendo una distribución de direcciones equi-espaciadas en cada sector y que los contaminantes son transportados hacia Gualeguaychú si la dirección del viento abarca un ángulo de 5°, la frecuencia correspondiente se ajustará a 1.14%.

La dirección del viento que transportaría los contaminantes emitidos desde Botnia hacia Ñandubaysal (Provincia de Entre Ríos), también correspondería a 1.14%.

Con el objeto de vincular la concentración horaria de SO₂ en aire con la dirección correspondiente de viento se construyeron las rosas de contaminación (ver Figura 5). En esta rosa se utilizaron 372 pares de valores. Los mayores valores de la concentración media horaria de dióxido de azufre en aire corresponde a la dirección WSW con 0.781ppb y el menor valor a la dirección ENE con 0.374ppb. Para las direcciones de viento que transportarían contaminantes emitidos desde Botnia a Gualaguaychú y Ñandubaysal los valores medios de la concentración horaria de SO₂ en aire se encontrarían entre 0.50 y 0.52ppb.

En la Tabla siguiente se presentan los estándares y/o niveles guía de calidad de aire para el dióxido de azufre correspondientes a la ciudad de Buenos Aires, Provincia de Buenos Aires, EE.UU., Provincia de Entre Ríos, Unión Europea y Organización Mundial de la Salud (sólo se incluyen los niveles que pueden ser utilizados con los datos medidos).

Distrito u Organización	Tiempo de promedio	Valor (ppb)
Ciudad de Buenos Aires (Decreto 198/06 reglamentario de la Ley 1356)	3 horas	500
	24 horas	140
Provincia de Buenos Aires (Decreto 3395/96 reglamentario de la Ley 5965)	3 horas	500
	24 horas	140
EE.UU.	3 horas	500
	24 horas	140
Provincia de Entre Ríos (Decreto 5837/91 reglamentario de la Ley 6260)	24 horas	19
Unión Europea	24 horas	48
Organización Mundial de la Salud	24 horas	8

Los valores horarios medidos de la concentración de SO₂ en aire fueron convertidos a valores medios (tiempo de promedio: 3 horas y tiempo de promedio: 24 horas).

En la Figura 6 se presenta la distribución de frecuencias de las concentraciones medias (tiempo de promedio: 3 horas) de SO₂ en aire.

En la Tabla siguiente se incluyen los valores de los parámetros estadísticos correspondientes.

Parámetro	Valor
Número de datos	134
Promedio	0.482ppb
Valor máximo	1.030ppb
Valor mínimo	0.189ppb
Desvío estándar	0.172ppb
Valor modal	-----
Mediana	0.496ppb
Coefficiente de asimetría	0.320
Coefficiente de curtosis	0.212

En la Figura 7 se representan los valores de la concentración de SO₂ (tiempo de promedio: 24horas). El valor medio de estos datos es 0.478ppb y los extremos son 0.244ppb y 0.738ppb.

La comparación con la norma de calidad de aire más restrictiva para el tiempo de promedio de 3 horas, permite encontrar que el máximo valor determinado es el 0.21% de dicha norma.

Por otra parte, el mayor valor de la concentración (período de promedio: 24 horas) representa el 9.2% del nivel guía de calidad de aire recomendado por la Organización Mundial de la Salud (la norma más restrictiva).

Por otra parte, los valores medidos en la ciudad de Buenos Aires se encuentran entre 0.8 y 20ppb (Bogo y otros, 1999, Borthagaray y Fernández Prini, 2001). En el área industrial de Berisso-Ensenada (Prov. Buenos Aires) los valores de las concentraciones estacionales de SO₂ fluctuaron entre 4.0ppb y 33.0ppb (Ratto y otros, 2006). De acuerdo con World Bank (1995) los valores de las concentraciones de dióxido de azufre en aire en la ciudad de Buenos Aires se encontraron entre 1.1 y 6.9ppb, en la ciudad de Mendoza (Prov. de Mendoza) los valores variaron entre 0.08 y 2.1 ppb y en la ciudad de Córdoba (Prov. Córdoba) el promedio anual fue 12.3ppb.

Referencias

- Borthagaray J. M. y Fernández Prini, R. 2001. Diagnóstico Ambiental del Área Metropolitana de Buenos Aires. Sistema de Información Ambiental. Ediciones de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. UBA.
- Bogo H., Negri R. M. and San Román E. 1999. Continuous measurement of gaseous pollutants in Buenos Aires City. *Atmos. Env.* 33, 2587-2598.
- Ratto G., Videla F., Reyna Almandos J., Maronna R., Schinca D. 2006. Study of meteorological aspects and urban concentration of SO₂ in atmospheric environment of La Plata, Argentina. *Env. Mon. Assess.* 121, 327-342.
- World Bank, 1995. Argentina. Managing Environmental Pollution: Issues and Options. Report N° 14070-AR.

FIGURAS

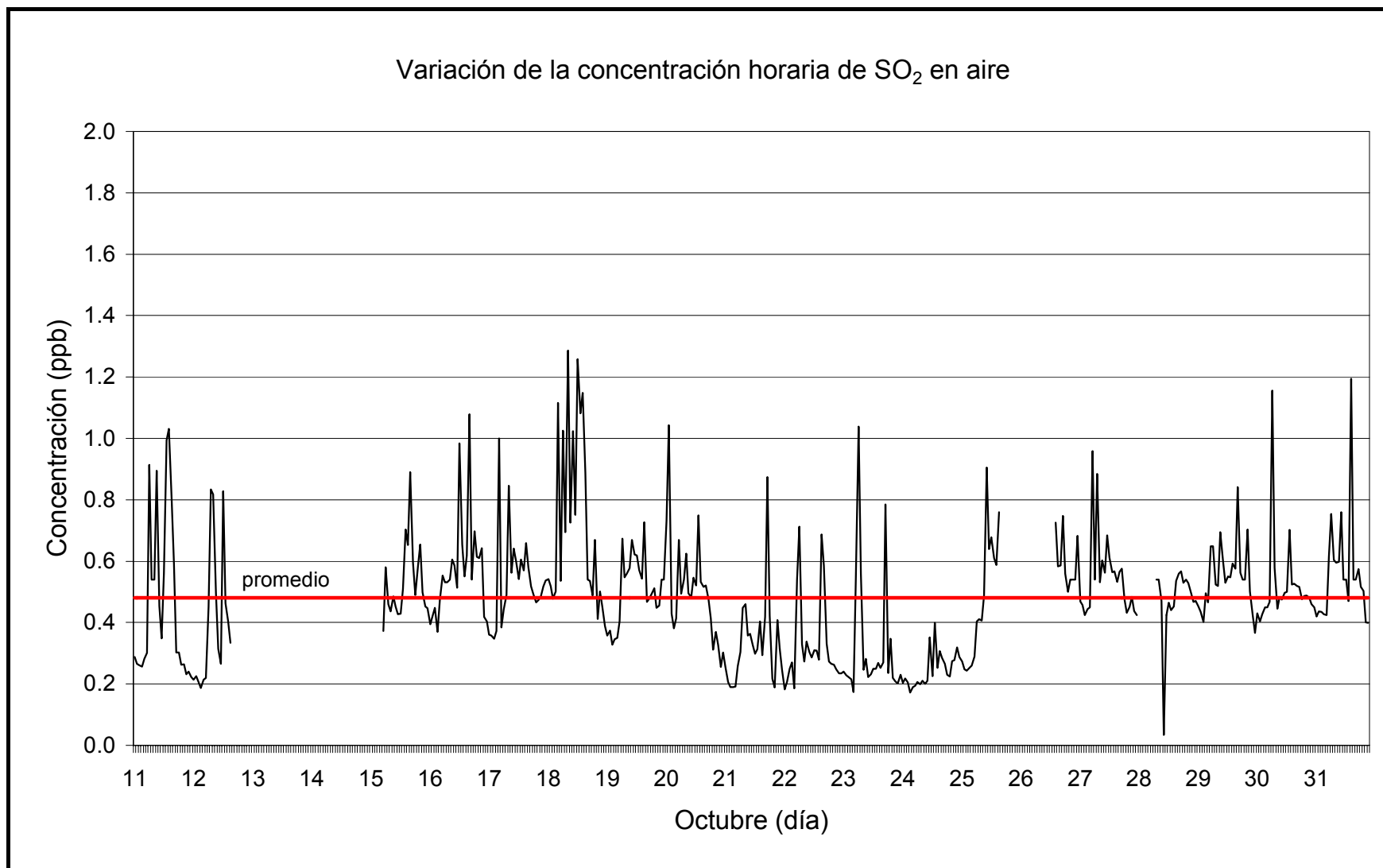


FIGURA 1

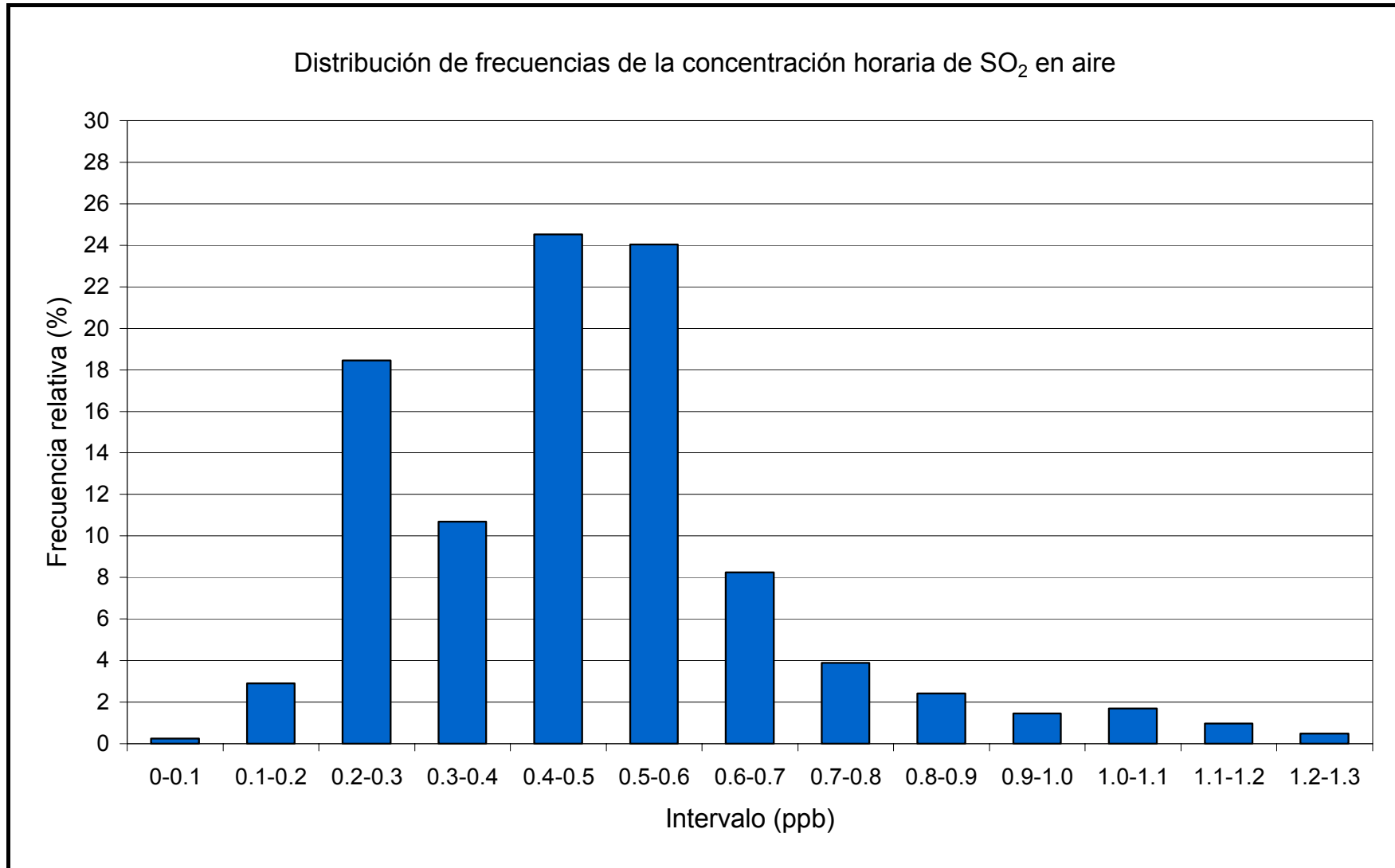


FIGURA 2

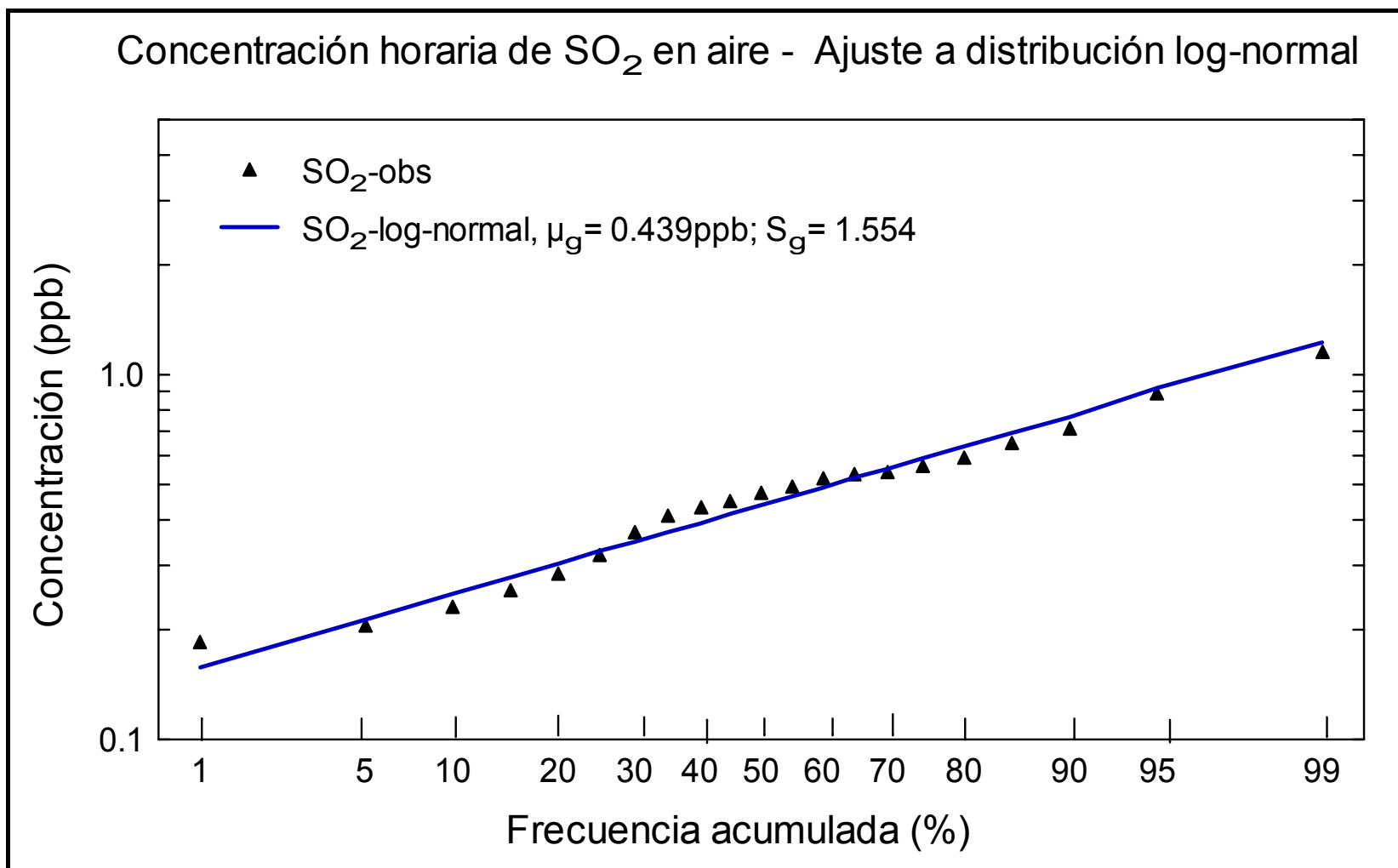


FIGURA 3

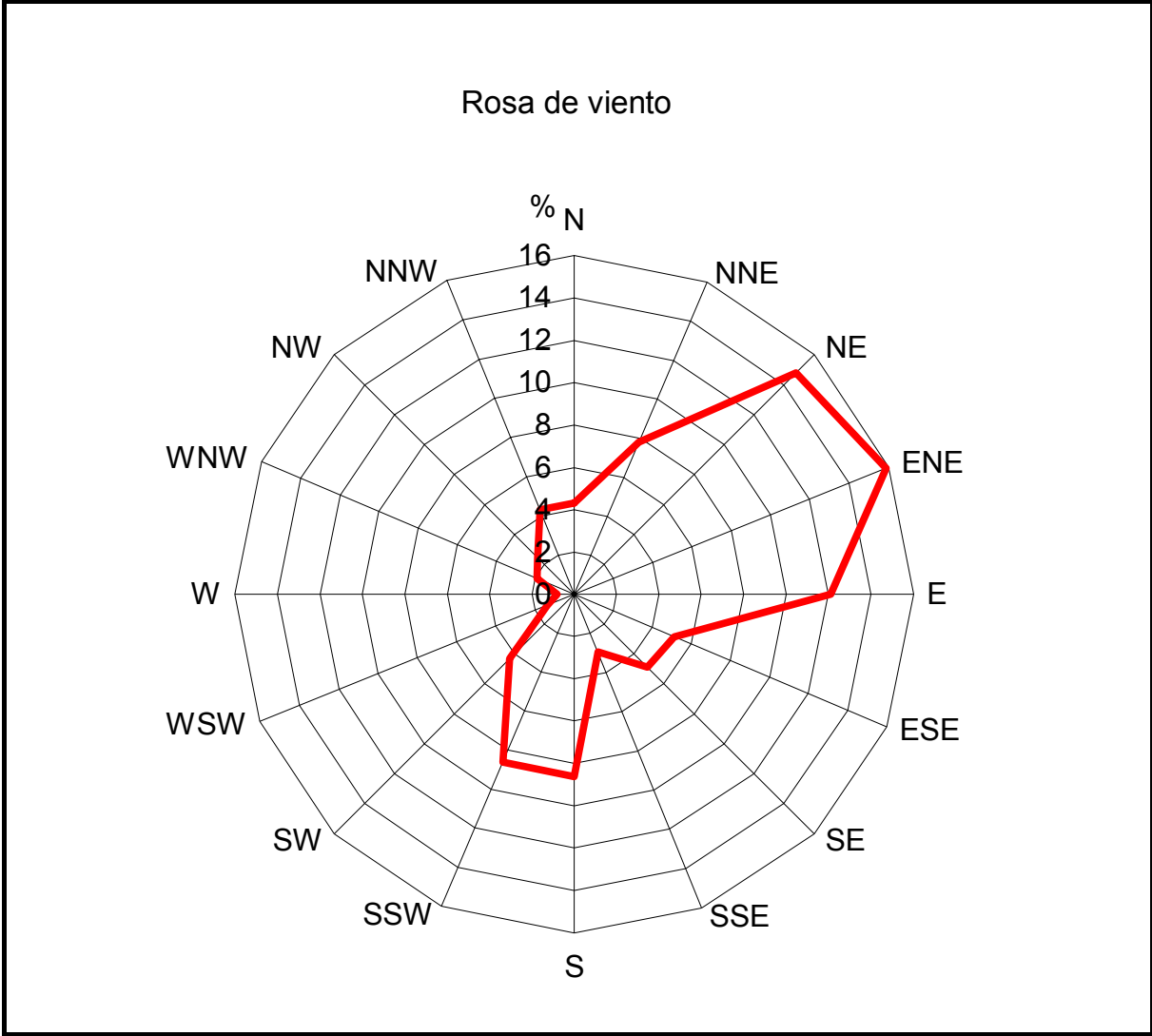


FIGURA 4

Rosa de contaminación
Concentraciones horarias de SO₂ (ppb)

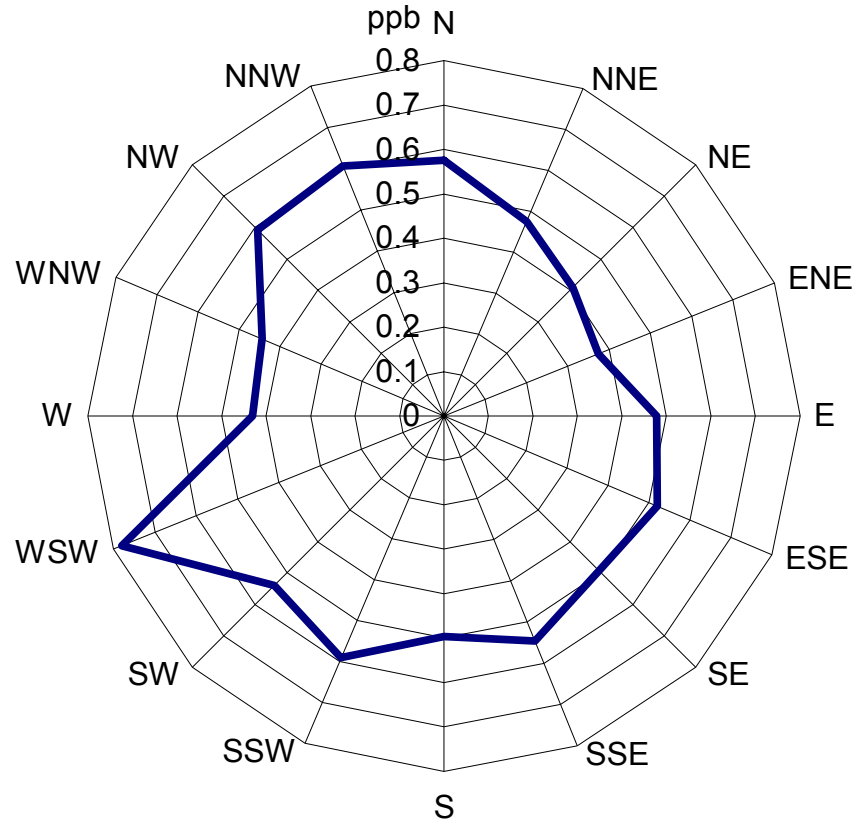


FIGURA 5

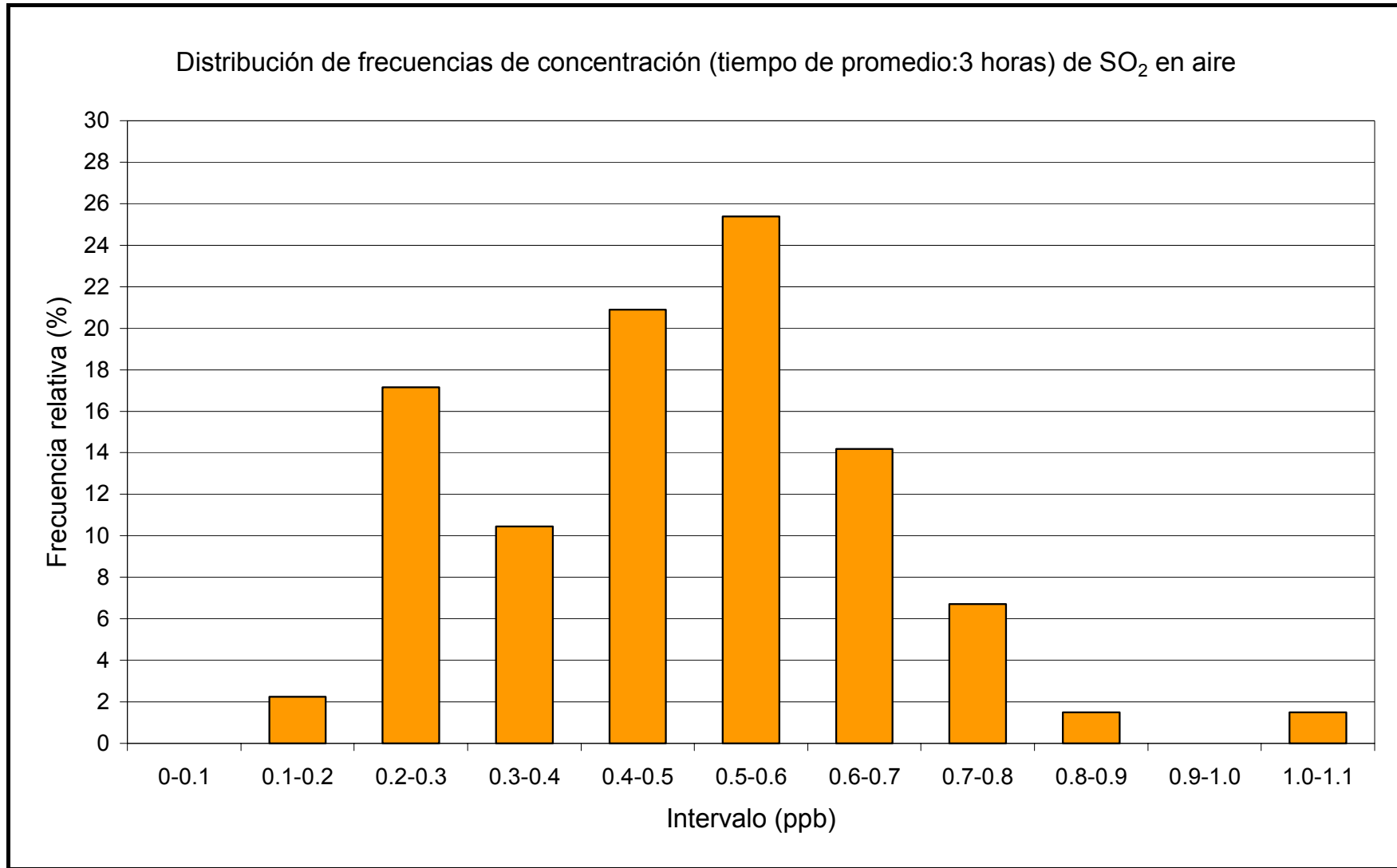


FIGURA 6

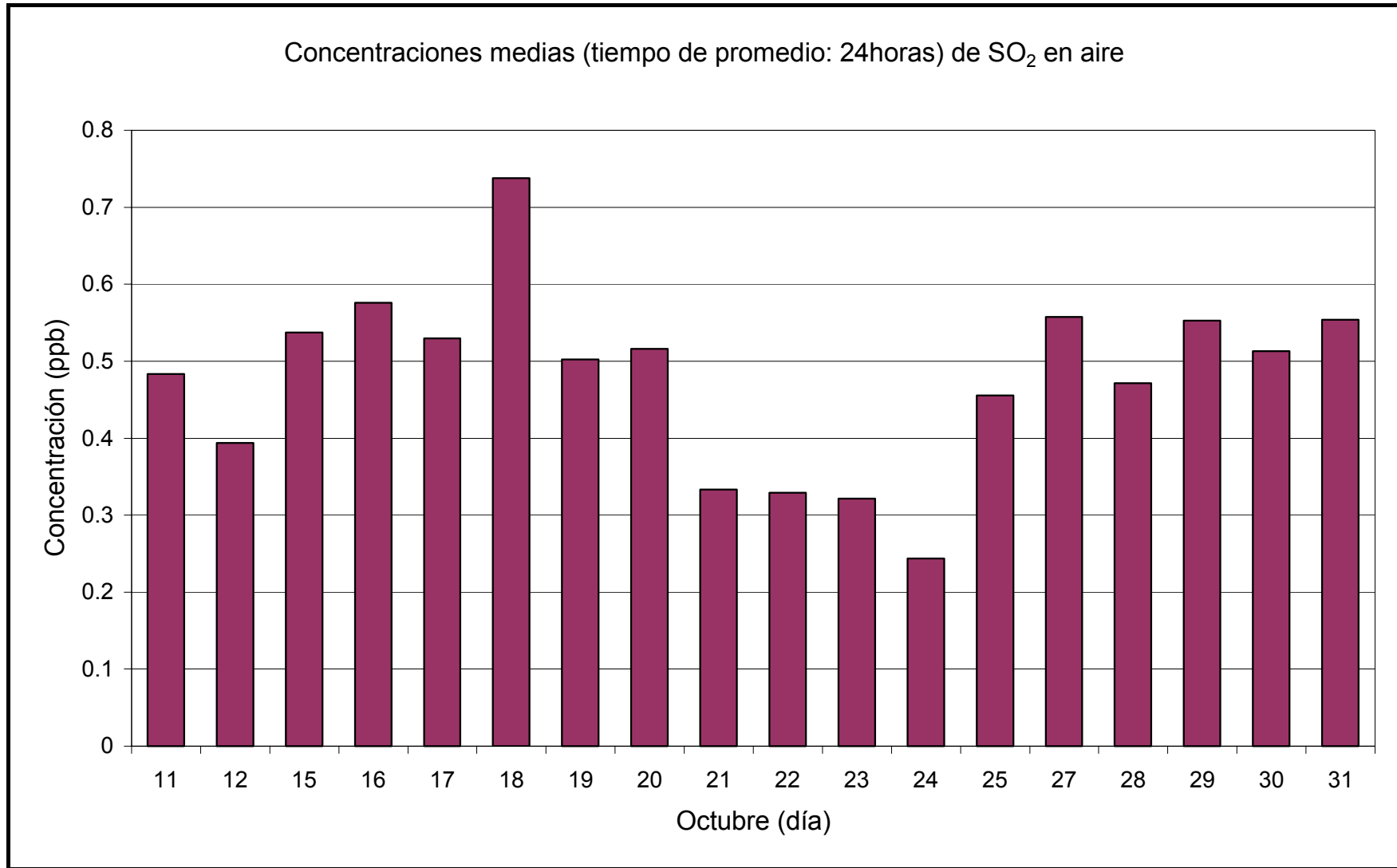


FIGURA 7