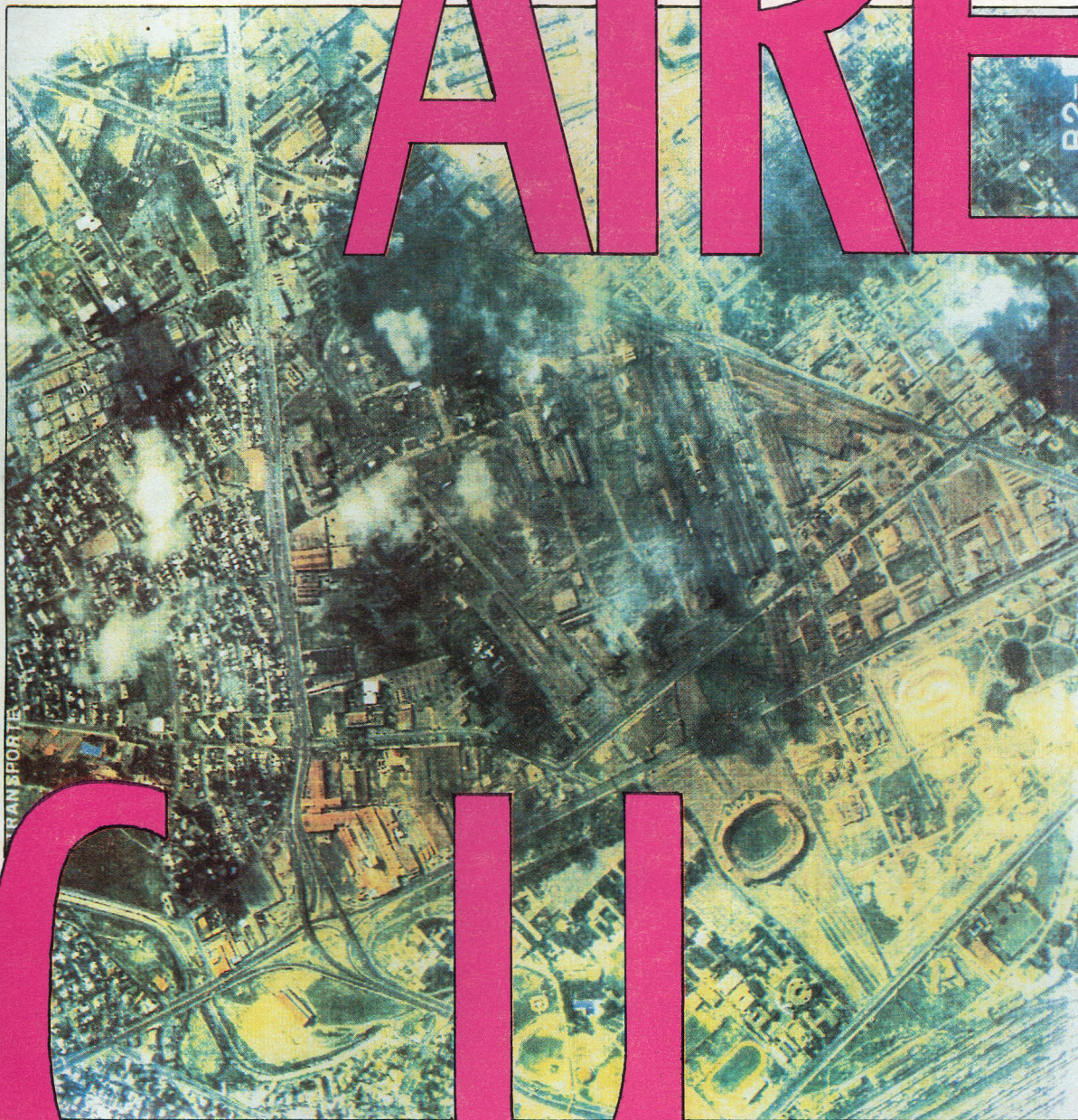


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON · FACUL
TAD DE INGENIERIA CIVIL · INGENIERIA AMBIENTAL

Benjamín Limón, Ing. Martha L. Herrejón, L.Q.I

CALIDAD DEL **AIRE**



EN

TRANSPORTE

CU **U** **NIVERSITARIA**

LA CIUDAD

MONTERREY, N. L., MEXICO, 1991

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON · FACUL
TAD DE INGENIERIA CIVIL · INGENIERIA AMBIENTAL

Ing. Benjamín Limón R., L.Q.I. Martha Leticia Herrejón,
Ing. Luis Peña C. y colaboradores :

"Calidad del aire en la Ciudad
Universitaria y su impacto en el
Estadio".

(Estudio preliminar)

MONTERREY, N. L., MEXICO, 1991

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL

" CALIDAD DEL AIRE EN CD. UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD -
AUTONOMA DE NUEVO LEON Y SU IMPACTO EN LOS MATERIALES DEL -
ESTADIO "

(ESTUDIO PRELIMINAR)

ENERO DE 1991

I N D I C E

	Página
RESUMEN.....	1
ANTECEDENTES.....	4
HIPOTESIS.....	6
INTRODUCCION.....	6
OBJETIVOS.....	19
LIMITES.....	19
METODOLOGIA.....	19
ACTIVIDADES.....	26
RESULTADOS.....	28
CONCLUSIONES.....	116
DISCUSION.....	122
RECOMENDACIONES.....	130
BIBLIOGRAFIA.....	132

C O N T E N I D O

- I.- RESUMEN
- II.- ANTECEDENTES
- III.- HIPOTESIS
- IV.- INTRODUCCION
- V.- OBJETIVOS
- VI.- LIMITES
- VII.- METODOLOGIA
- VIII.- ACTIVIDADES
- XI.- RESULTADOS
- X.- DISCUSION
- XI.- CONCLUSIONES
- XII.- RECOMENDACIONES
- XIII.- BIBLIOGRAFIA

I.- RESUMEN:

El estudio preliminar de la calidad del aire en Ciudad Universitaria y su impacto en los materiales del estadio, consistió en una inspección preliminar del área de estudio, se plantearon los objetivos y las actividades tendientes al conocimiento de la calidad del aire en la zona de estudio durante parte de 1989 y parte de 1990.

Para este estudio se instaló un equipo de monitoreo automático para -- muestreo y análisis de gases; monóxido de carbono, ozono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y dióxido de nitrógeno, así mismo se instaló equipo - para muestreo de partículas suspendidas totales, el cual se colocó a una altura aproximada de 3 metros sobre el nivel del suelo, sobre la unidad móvil de monitoreo de gases.

Durante 1989 se trabajó del 19 de Octubre al 7 de Noviembre y durante 1990 del 27 de Julio al 14 de Noviembre.

Se elaboraron cuadros, tablas y gráficas con los resultados obtenidos, se revisó la bibliografía y las normas oficiales mexicanas, se discutieron los resultados y se elaboraron los comentarios y conclusiones.

Por la información recabada y analizada se observa que definitivamente la calidad del aire en Cd. Universitaria no es satisfactoria y que sí causa daños importantes a las estructuras, a las plantas y a las personas les --- causa molestias ó incomodidad.

Se demostró la relación del efecto sinérgico del dióxido de azufre y el ozono sobre las plantas y el efecto corrosivo del dióxido de azufre y otros aerosoles ácidos sobre las estructuras y la vegetación, sobre todo cuando la humedad relativa fué superior a 60%.

Al estudiar el efecto de las inversiones térmicas sobre los resultados obtenidos, se observa que no son determinantes de la mala calidad del aire en Ciudad Universitaria, ya que la gran masa de contaminación generada al oriente del área de estudio se presenta en forma de bandas, lo que afecta el resultado final de las mediciones porque sólo se contó con una estación de medición.

Se observó que en algunas ocasiones los equipos reportaban concentraciones de contaminantes muy bajas, sin embargo a pocos metros de la unidad de muestreo se notaba a simple vista la masa de contaminación color café con olor característico a los compuestos de azufre generados en la quema de combustóleo.

Al aforar el tránsito vehicular por la Avenida Alfonso Reyes se presentó un flujo de 41,990 vehículos, siendo la mayor circulación por la tarde y noche; por Manuel Barragán circulan 28,500 vehículos por día y por Fidel Velázquez 86,688 vehículos en dos sentidos.

Se recabó información meteorológica y se elaboraron las rosas de vientos encontrándose que en los dos períodos de muestreo el viento es del noroeste; lo que corresponde a la dirección hacia la cual se ubican las principales fuentes de contaminación industrial ó vehicular.

Se tomaron fotografías y en ellas se aprecia la presencia de los depósitos de polvo de hierro y sus compuestos en toda el área de estudio, - - - (Foto aérea) y en las hojas de la vegetación, así como en las instalaciones.

II.- ANTECEDENTES.-

Cd. Universitaria se encuentra ubicada en el Municipio de San Nicolás de los Garza, N.L. en el límite Norte de la Ciudad de Monterrey Nuevo León y su construcción se inició en 1957 durante los Gobiernos de Adolfo Ruiz - Cortines, como Presidente de la República y de Raúl Rangel Frías como Gobernador del Estado de Nuevo León, ocupando una superficie de 100 hectáreas.

Se inicia la construcción en una zona considerada de baja densidad -- habitacional e industrial y de flujo vehicular muy bajo, ya que sólo existía la carretera a Laredo de dos carriles como única salida de Monterrey - hacia el Norte.

La zona industrial inició con el establecimiento de Hojalata y Lámina del Grupo Cuauhtémoc años antes de iniciar Ciudad Universitaria.

Ciudad Universitaria estuvo limitada por el campo militar al Sur, -- Arroyo Topo Chico al Norte, vías de ferrocarril al Poniente y carretera a Laredo al Oriente.

El Estadio Universitario fué inaugurado el 30 de Mayo de 1967.

Al ampliarse la Avenida Universidad, el tránsito vehicular es más intenso y favoreció la instalación de industrias en el área Oriente de Cd. - Universitaria; en la actualidad Ciudad Universitaria se encuentra rodeada por innumerables industrias y calles con intenso flujo vehicular, tanto en el exterior de Cd. Universitaria como en el interior, ya que se cuenta con

una población estudiantil y de trabajadores estimada en 42,623 personas -- que demandan medios de transporte, ya sea público ó privado.

El acelerado desarrollo de la zona trajo como consecuencia un aumento considerable en los niveles de contaminación atmosférica, agravándose ésto con la ubicación al oriente de Ciudad Universitaria de la industria del acero y plantas termoeléctricas, destacándose como más importantes las siguientes:

Hojalata y Lámina.- Planta Eléctrica Grupo Industrial y otras dedicadas a la fabricación de elementos de acero que requiere procesos de decapado y por lo tanto generadoras de vapores ácidos y otros contaminantes.

La industria del acero genera gran cantidad de partículas suspendidas totales, las cuales contienen hierro, polvos fugitivos y gases propios de la fundición en horno eléctrico o por el proceso del hierro esponja.

Las termoeléctricas son generadoras de gases y vapores ácidos por la misma naturaleza de sus operaciones, a éstos contaminantes se suman los generados por los vehículos del transporte público que consumen diesel y por los vehículos privados que consumen gasolina.

Los factores meteorológicos favorecen la generación de contaminantes secundarios que a veces son más agresivos que los contaminantes primarios generados en la fuente original.

III.- HIPOTESIS.-

La contaminación atmosférica en el área de Cd. Universitaria de la -- Universidad Autónoma de Nuevo León, es una de las principales causas del - deterioro físico que presenta el Estadio Deportivo Universitario y sus ins- talaciones.

IV.- INTRODUCCION.-

El Estadio Universitario, por su situación geográfica, está expuesto a un ambiente industrial y urbano caracterizado por los altos niveles de - contaminantes atmosféricos como gases ó partículas suspendidas totales.

El tipo y concentración de los contaminantes determinan la agresivi-- dad del medio ambiente, a medida que el ambiente se vuelve más agresivo, - los materiales expuestos sufren mayor deterioro, por lo que su vida útil - disminuye.

Por las características de la zona en estudio se estimó conveniente - estudiar los siguientes contaminantes:

- Partículas Suspendidas Totales (PST) a las que se les determinaría: Sul-
fatos y Nitratos.

- Gases.

Dióxido de Azufre, Ozono, Oxidos de Nitrógeno como Dióxido y Monóxido --
de Nitrógeno (NO_2 y NO) y Monóxido de Carbono.

Se decidió estudiar estos contaminantes porque se han observado síntomas de sulfatación y deterioro en los edificios de Ciudad Universitaria y hay muestras de ataque de los contaminantes en las estructuras, en las plantas e instalaciones eléctricas y; seguramente los estudiantes, el personal universitario y los aficionados al deporte son afectados por estos contaminantes.

EFFECTOS EN LOS MATERIALES.-

La observación directa en el campo permitió determinar que existe deterioro visible en la estructura e instalaciones del Estadio Universitario.

La estructura principal del Estadio Universitario es de concreto y presenta signos de deterioro por ataque químico, físico y mecánico.

El término deterioro del concreto es una expresión que está en función de la corrosión, fenómeno que puede ocurrir por procesos físicos, mecánicos y químicos. El aspecto químico es mucho más amplio porque puede deberse a factores intrínsecos o a la acción del medio ambiente.

Los factores físicos, como las temperaturas extremas, la elevada humedad atmosférica y otros, contribuyen al deterioro del concreto.

La presencia de CO_2 en el ambiente siempre existirá. Este reacciona con el concreto y produce la liberación de yeso y la formación de bicarbonato de calcio, los cuales son altamente solubles en agua y por lixiviación formarán en el concreto porosidades que deterioran el mismo.

El acero de refuerzo sufre los efectos de corrosión y básicamente el-

mecanismo de corrosión del acero es un proceso electro-químico que depende de la resistencia del material, del pH de la pasta de cemento que se encuentra en contacto directo con el acero y la difusión de agentes corrosivos como el agua, el oxígeno, dióxido de carbono, cloruros y otros elementos presentes en el ambiente.

Las posibles causas de la corrosión pueden ser fugas de corriente eléctrica a través del concreto o del refuerzo y producido por fugas en el sistema eléctrico.

También puede ser ocasionada por un flujo de corriente eléctrica generada en el mismo concreto por acciones electromagnéticas de sus mismos constituyentes.

En las primeras etapas de la corrosión del acero de refuerzo se puede observar en los poros del concreto y en agrietamientos superficiales unas manchas causadas por el óxido (gris oscuro ó rojizas). Posteriormente se presenta un agrietamiento mayor en dirección paralela al acero de refuerzo y una pérdida de adherencia de éste y el concreto.

Generalmente el concreto hecho con cemento Portland proporciona una protección adecuada a la corrosión. Esta protección está en función del espesor, del recubrimiento y de seguir buenas prácticas constructivas.

La durabilidad del concreto y la capacidad de su comportamiento en el medio ambiente son determinadas en gran parte por su permeabilidad. Esta propiedad determina su capacidad para prevenir o retardar el ingreso de líquidos o gases agresivos, dañinos a la estructura de concreto.

Generalmente el concreto no es atacado por sustancias químicas secas y sólidas; para que se deteriore las sustancias químicas deben estar en solución y sobrepasar un determinado mínimo de concentración. El daño es mayor cuando las sustancias químicas en solución ejercen presión sobre alguna de sus superficies, ya que la presión tiende a forzar la solución agresiva dentro del concreto.

Algunos Sulfatos de Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio están naturalmente presentes en el suelo ó disueltos en el agua.

Cuando una cara del concreto está expuesta a evaporaciones los Sulfatos (sales) disueltos pueden acumularse sobre dicha cara, incrementando su concentración y sus posibilidades de deterioración.

El concreto se deteriora por reacciones químicas:

- 1.- Combinación de los Sulfatos con Hidróxido de Calcio (cal hidratada)- liberada durante el proceso de hidratación del cemento.
Esta combinación forma Sulfato de Calcio (yeso).
- 2.- Combinación de yeso y aluminado de hidratado de calcio para formar - - Sulfoaluminato de Calcio (etringita).

Los productos de la reacción yeso y aluminato tienen un volúmen mayor que los compuestos que reemplazan, de modo que su reacción con los Sulfatos produce expansión y ruptura del concreto.

También puede haber una acción puramente física, que es una cristalización de las sales de sulfato en los poros del concreto y que causa daños considerables.

El ataque de Sulfatos contra el concreto tiene una apariencia blanquecina. El daño suele iniciarse en bordos y esquinas y va seguido del agrietamiento y descascaramiento progresivo que reduce al concreto a un estado quebradizo.

Cuando el concreto está húmedo, el SO_2 , el CO_2 y otros vapores ácidos presentes en la atmósfera lo atacan disolviendo y eliminando parte del cemento fraguado. (El ataque ácido se observa en zonas industriales). Es importante recordar que ningún cemento Portland es resistente a los sulfatos.

En la práctica el ataque por ácidos se presenta con valores de pH inferiores a 6.5 y para valores de pH entre 3 y 6. La velocidad de ataque es mayor. (Progresa proporcionalmente a la raíz cuadrada del tiempo).

La deteriorización del concreto causada por ácidos es el principal resultado de una reacción entre los ácidos mismos y el hidróxido de calcio del cemento Portland hidratado.

Un gran número de combustibles, durante su combustión, contienen gases sulfurosos que se combinan con la humedad y forman ácido sulfúrico -- cuando éste ataca al concreto, la deterioración resultante es más rápida -- debido a que el Sulfato de Calcio (el cual se forma en la reacción) afecta al concreto de la misma manera que el ataque por Sulfatos.

Si las soluciones ácidas o alcalinas pueden alcanzar el acero de refuerzo pasando a través de los poros del mismo, trayendo como consecuencia

la corrosión del acero de refuerzo.

En las plantas termoeléctricas ocurre el impacto de la mezcla de vapor de las torres de enfriamiento con el humo sulfuroso de las chimeneas en la formación de aerosoles y sulfatos (1) habiéndose demostrado que cuando se mezclan las dos plumas de las chimeneas hay una oxidación acelerada del Dióxido de Azufre (SO_2) y un aumento de Sulfatos cuando se efectúa la mezcla de las dos plumas.

Los principales compuestos de Azufre en la atmósfera son el Dióxido y el Trióxido de Azufre (SO_2 y SO_3), ácido sulfhídrico (H_2S) y ácido sulfúrico (H_2SO_4).

El dióxido y trióxido de azufre se generan en las plantas termoeléctricas por la combustión de combustibles que contienen azufre (combustóleo en la Planta PEGI).

El trióxido de azufre (SO_3) formado a partir del dióxido de azufre (SO_2) reacciona casi inmediatamente con el agua para dar ácido sulfúrico (H_2SO_4) si hay amoníaco presente habrá formación de sulfato de amonio ($(NH_4)_2SO_4$) si el ácido sulfúrico entra en contacto con el cloruro de sodio habrá formación de sulfato sódico (Na_2SO_4) y ácido clorhídrico (HCl) en definitiva, el destino último del dióxido de azufre (SO_2) es su transformación a sulfatos.

En el aire el dióxido de azufre se oxida muy lentamente a trióxido de azufre por razones homogéneas, sin embargo se ha observado que la velocidad

de oxidación del SO_2 en el penacho de una " Central Eléctrica " era de 10- a 100 veces superior a la velocidad de foto-oxidación en aire limpio. Una velocidad tan elevada es similar a la que se obtendría en disolución en -- presencia de un catalizador.

El dióxido de azufre se disuelve rápidamente en gotitas de agua, donde el oxígeno disuelto lo oxida rápidamente a ácido sulfúrico en presencia de sales de diversos metales, tales como el hierro y el manganeso.

Oxidación fotoquímica del SO_2 en mezclas de hidrocarburos óxidos de -- nitrógeno y aire.

El resultado observado tras la introducción de hidrocarburos y óxido- de nitrógeno en una mezcla de dióxido de azufre y aire es un aumento notable de la velocidad de oxidación observada en aire limpio sobre todo cuando hay humedad en el ambiente.

Entre los contaminantes más comunes implicados en el deterioro de los materiales, tenemos el dióxido y el trióxido de azufre (SO_2 y SO_3). La acción de los mismos se manifiesta en los metales ferrosos, aluminio, cobre y níquel principalmente, atacándolos en presencia de humedad. El gas sulfhídrico (H_2S) causa oscurecimiento de metales y las pinturas a base de -- plomo son ennegrecidas aún en concentraciones entre 50 y 100 ppb (partes -- por billón).

El deterioro en los metales está condicionado a una serie de facto-- res externos, características propias del material expuesto, tipos de contaminación y sus modos de acción. Es decir, existe un deterioro natural -

al que se debe sumar los efectos causados por los contaminantes. Entre los factores externos más importantes tenemos la humedad particularmente en la corrosión de materiales metálicos.

La corrosión de metales debido a la contaminación atmosférica se acelera rápidamente cuando se excede la humedad crítica, dependiendo del metal y tipo de contaminante. Por ejemplo, el aluminio tiene una humedad crítica de 80% en atmósferas que contengan dióxido de azufre (SO_2) el acero dulce tiene dos humedades críticas de 60 y 75%. En general, los estudios han demostrado que el grado de corrosión en presencia de contaminantes varía con la humedad relativa en la siguiente forma:

HUMEDAD RELATIVA	GRADO DE CORROSION
MENOR DE 60%	NINGUNO
MAYOR DE 60%	LENTO PERO DEFINIDO
HASTA 80%	AUMENTO DECISIVO
MAYOR DE 80%	MUY ALTO

Además el carácter de la atmósfera afecta la razón de corrosión superficial. La temperatura, la radiación solar, el movimiento del aire y la localización en el espacio son otros factores que condicionan la velocidad de reacción química que deteriora los materiales.

EFFECTOS EN LA VEGETACION.-

Los efectos tóxicos agudos de algunos contaminantes del aire, en par-

particular el dióxido de azufre (SO_2) sobre las plantas, se han reconocido durante largo tiempo.

La contaminación del aire puede afectar a las plantas en diferentes grados.

Las plantas adquieren los contaminantes ya sea directamente a través de intercambio de gases con la atmósfera ó a través de la humedad absorbida del suelo. El suelo puede haber estado expuesto a los contaminantes del aire, los cuales entonces se habrán disuelto en el agua y suelo. Los contaminantes ácidos del aire en particular se disuelven fácilmente en la humedad superficial ó lluvia. Aún cuando la fuente de contaminación del aire se haya removido, los materiales pueden permanecer ahí para afectar el crecimiento de las plantas, aunque con el tiempo se diluyen y se paran por lixiviación con la lluvia.

La entrada de los contaminantes gaseosos en las plantas es más directa a través de los estomas abiertos sobre el envés de las hojas de las plantas.

Los estomas son activos en el intercambio de gases-oxígeno, vapor de agua y dióxido de carbono con la atmósfera circundante. Los contaminantes del aire en forma de gases, después de entrar en el tejido de la planta, se disuelven en el agua intercelular. El ácido resultante (si el contaminante es ácido) ataca entonces a la estructura celular dentro de la hoja. Esta es la razón de que los contaminantes del aire fácilmente solubles: Dióxido de azufre, ácido clorhídrico y otros, sean más tóxicos.

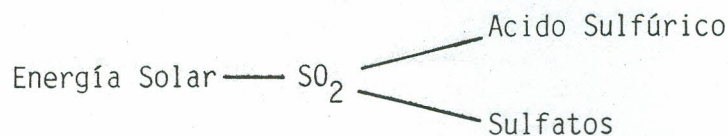
Las partículas sólidas son menos tóxicas para la planta, ya que se depositan sobre la superficie superior cerosa y dura de las hojas; es ahí donde se deben disolver entonces, en la humedad depositada, para penetrar en el interior de la planta a través de los estomas o de las secciones dañadas de la superficie de la hoja. Algunos contaminantes sólidos se pueden disolver en la cera de la superficie y entrar en la planta. Así los contaminantes sólidos del aire tienden a localizar su efecto y no dañar por completo la estructura de la hoja en la proporción en que lo hacen los contaminantes gaseosos.

La sensibilidad de las plantas varía de acuerdo al tipo de contaminante y su concentración, pero también depende de si está presente más de un contaminante; dos ó mas contaminantes pueden reforzarse mutuamente (sinergismo) y aumenta o disminuir el efecto del contaminante individual. El tiempo de exposición es un factor adicional. El producto del tiempo en horas y la concentración en partes por millón ó bien otras unidades apropiadas se denomina a veces factor de exposición. Respecto a la mayoría de los contaminantes, este factor varía con la exposición de la planta a la luz solar o a la humedad, debido que éstos pueden afectar la apertura de los estomas y el intercambio de gases que se realiza.

DIOXIDO DE AZUFRE .-

El dióxido de azufre (SO_2) es emitido como tal a la atmósfera y es denominado contaminante primario. En la atmósfera este contaminante se transporta a grandes distancias y durante su recorrido sufre transformaciones -

fotoquímicas produciéndose otros contaminantes como el ácido sulfúrico - -
(H_2SO_4) y sulfatos.



Las concentraciones reportadas en algunas ciudades oscilan entre 0.115 y 0.344 partes por millón.

El dióxido de azufre al entrar en el tejido intercelular reacciona -- con el agua y forma iones sulfito (SO_3^{-2}) los cuales son treinta veces más destructivos que los iones sulfato (SO_4^{-2}); los síntomas iniciales son un - obscurecimiento de las partes afectadas de la hoja, seguido por flacidez - (lo que indica degradación interna de la estructura celular) y una rese- cación color blanco, es decir, tejido muerto. El daño propagado a las ho- jas puede causar exfoliación. No tan fácil de observar es la disminución- en el número de brotes de flores y frutos. Finalmente si se daña lo sufi- ciente a una planta ésta morirá.

Las plantas más sensibles se afectan mediante concentraciones de dió- xido de azufre tan bajas como 0.05 ppm.

Las plantas más viejas tienden a ser inmunes al dióxido de azufre que- las más jóvenes, pero respecto al ozono, cloro, ácido clorhídrico ó amoniaco los períodos más sensibles parecen ser justo después de que la planta al- canza su madurez.

OZONO.-

En lugares aislados muy distantes de las fuentes de contaminación, se

han registrado concentraciones horarias de Ozono (O_3) de 0.05 ppm ; en --- áreas rurales se han registrado hasta 0.06 ppm y en algunas ciudades grandes se han registrado 0.1 ppm hasta en un 30% de los días observados.

Los patrones diurnos de las concentraciones de oxidantes son una característica importante del ambiente urbano y se deben a los cambios horarios de la radiación solar y la intensidad de emisión de contaminantes. - Las concentraciones máximas de Ozono (O_3) frecuentemente se alcanzan cerca de medio día y a menudo son precedidas por concentraciones máximas de dióxido de nitrógeno (NO_2).

Las concentraciones de peroxiacetil nitrato típicamente alcanzan entre $1/50$ y $1/100$ de las de ozono.

Sobre una base estacional, las concentraciones de oxidantes tienden a aumentar durante la estación calurosa.

El Ozono es uno de los componentes principales del smog fotoquímico y su presencia persiste durante una parte considerable del día.

El ozono se introduce en la hoja de la planta y ataca a las células - del empalizado, como resultado se destruye la clorofila, se reduce la tasa de fotosíntesis y se afecta la tasa de respiración.

Las células superiores tienden a permanecer intactas y con apariencia saludable, aunque las células internas estén seriamente dañadas. Al final del daño aparece como puntos de color oscuro ó áreas descoloridas en la - planta; cuando se orientan hacia la luz solar, las lesiones parecen rojas, moradas, negras ó cafés, ó algo más tenues en color.

También hay ciertas pruebas de que las mezclas de ozono y dióxido de azufre pueden actuar en forma sinérgica, es decir, en conjunto y lesionar -- las especies sensibles a concentraciones de 0.02 y 0.03 ppm de ozono junto con 0.02 y 0.10 ppm de dióxido de azufre, los cuales son niveles mucho menores que los umbrales para los contaminantes individuales.

OXIDOS DE NITROGENO.-

Los óxidos de nitrógeno NO_x son emitidos a la atmósfera y son denominados contaminantes primarios.

En la atmósfera sufre cambios por acción fotoquímica y forma compuestos como ácido nítrico (HNO_3), nitratos y en especial el peroxiacetil nitrato y el ozono, los cuales se denominan contaminantes secundarios.



Las concentraciones naturales del NO_x varían de 0.0002 a 0.005 ppm -- en zonas urbanas varían entre 0.01 y 0.05 ppm.

El dióxido de nitrógeno es similar al dióxido de azufre; se disuelve fácilmente en agua y tiende a atacar las hojas que han madurado recientemente.

El dióxido de nitrógeno afecta más a las plantas en días nublados que en días claros, lo cual se puede deber a que la luz produce una reacción enzimática en la planta y reduce el nitrito para convertirlo en amoníaco, el cual es un nutriente. Una iluminación pobre suprime ésta reacción. --

Esta es también la razón de que el dióxido de nitrógeno sea menos tóxico - que el dióxido de azufre; el umbral para cuatro horas de exposición es de 2.5 ppm la cual no es una concentración que se esperaría encontrar aún en el aire de la ciudad más altamente contaminada.

V.- OBJETIVOS.-

Evaluación de la calidad del aire y su relación con el deterioro de los materiales del Estadio Universitario de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

VI.- LIMITES.-

De espacio: El estudio se limita al Estadio Universitario y sus instalaciones incluyéndose áreas de estacionamiento con un área estimada de: -- 183,358 m².

De tiempo: Planeado para el período del 19 de Octubre de 1989 al 10 de Noviembre de 1989 y 26 de Julio de 1990 al 16 de Octubre de 1990, tiempo estimado como razonable y considerado como de condiciones atmosféricas normales sin eventos extraordinarios.

VII.- METODOLOGIA.-

En todo programa para evaluar la calidad del aire, el primer problema es establecer los criterios sobre los que se deben basar las decisiones - de la evaluación. Toda evaluación correcta de la calidad del aire debe tomar en cuenta el sistema total, ya que el aire urbano contiene una mezcla compleja de gases contaminantes que pueden actuar solos ó bien de manera -

aditiva ó sinérgica.

La relación de una concentración de contaminante o una mezcla de concentración de contaminantes con un efecto particular se complica enormemente debido a la ignorancia acerca del sinergismo y bien se podría considerar alguna duda sobre las conclusiones prematuras referentes a causa-efecto.

Una vez planteados los objetivos se examinaron los trabajos publicados con el fin de reunir la información histórica y técnica necesaria para identificar el mayor número posible de factores y parámetros que pudieran facilitar la selección de contaminantes a evaluar, el equipo de muestreo y análisis más conveniente así como los períodos de muestreo.

Los estudios de calidad del aire requieren de información meteorológica por lo que se incluyen en el presente trabajo.

La metodología adoptada se basa en métodos y sistemas de muestreo, análisis y manejo de la información internacionalmente aceptados.

La información meteorológica indispensable en un estudio de este tipo se obtuvo de una estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua - ubicada en Ciudad Universitaria y de otra propiedad de la Facultad de Ingeniería Civil ubicada en Jiménez No. 220 Nte. centro de la ciudad.

Las muestras de polvo total suspendido se obtuvieron con muestreadores de alto volumen que absorben hasta 2000 metros cúbicos de aire por día y lo pasan a través de un filtro de alta eficiencia que colectan hasta un 100% del polvo superior a $0.1 \mu m$ de diámetro. Estos colectores de polvo-

tienen reconocimiento internacional por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos; colectan una muestra de partículas atmosféricas cuya representatividad no resulta afectada a causa de las condiciones meteorológicas.

La concentración total de partículas suspendidas (PST) se obtiene al pesar el filtro a humedad constante, tanto antes como después de la colecta y al dividir el cambio de la masa por el total del flujo del aire.

Una variedad de técnicas analíticas se encuentran acequibles para determinar la concentración en los componentes de interés en las partículas-colectadas; los iones metálicos como el plomo se determinan por absorción-atómica.

Los componentes de los aerosoles como los sulfatos y nitratos se determinan mediante técnicas analíticas estándares.

Los contaminantes gaseosos se muestrearon y analizaron mediante equipo de monitoreo continuo y automático debidamente calibrado, montado en una unidad móvil climatizada y dotada de los gases patrón para calibración de los equipos de muestreo.

Dióxido de Azufre. El muestreo y análisis continuo y automático del dióxido de azufre se efectuó con un aparato marca Thermo Electrón Modelo - 43A. El método consiste en excitar el SO_2 de aire de la muestra mediante el uso de una fuente ultra-violeta de alta intensidad filtrada para permitir el paso tan sólo de longitudes de onda entre 230 y 190 nm (Fig. 1)

El SO_2 excitado fluoresce al retornar al estado basal, esto es, emite luz a una longitud de onda característica cuya intensidad es proporcional a la concentración de SO_2 . La concentración mínima detectable es del orden de 2 ppb (partes por billón) y no se experimenta interferencia con otros compuestos de azufre.

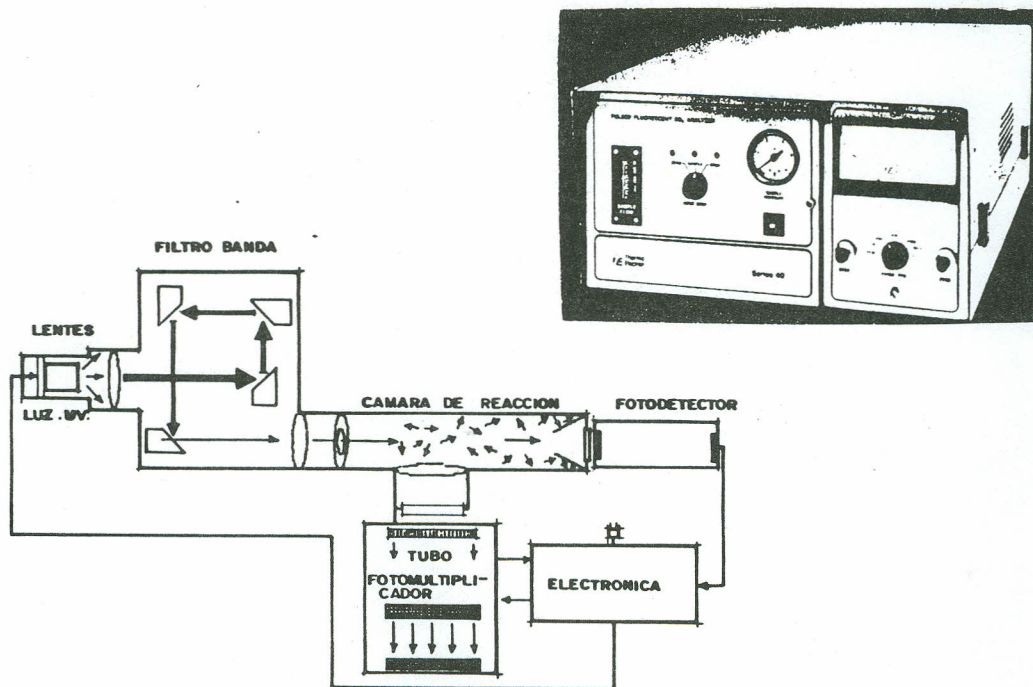


FIG. 1.- ANALIZADOR DE FLUORESCENCIA DE DIOXIDO DE AZUFRE
THERMO ELECTRON INSTRUMENTS. MODELO 43A SO_2

Oxidos de Nitrógeno. Los óxidos de nitrógeno reaccionan con el ozono (O_3) para formar un dióxido de nitrógeno excitado que emite luz al retornar al estado basal. Este fenómeno se denomina quimioluminiscencia porque la -- emisión se induce mediante una reacción química, es específico para NO y -- muy sensible. Hata 1 ppb (partes por billón).

El total de óxidos de nitrógeno (NO_x) se puede obtener por medio de -- conversión de NO en NO_2 dentro de un tubo de acero inoxidable caliente - -- ($375\text{ }^\circ\text{C} \pm 50\text{ }^\circ\text{C}$). El valor de dióxido de nitrógeno (NO) se mide mediante sustracción del valor de monóxido de nitrógeno a partir del valor total de los óxidos de nitrógeno (NO_x).

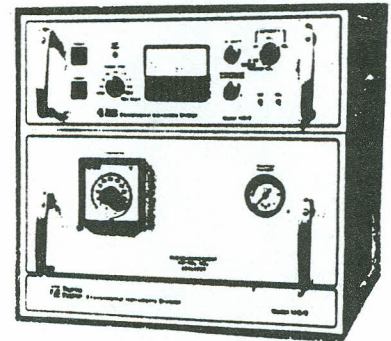
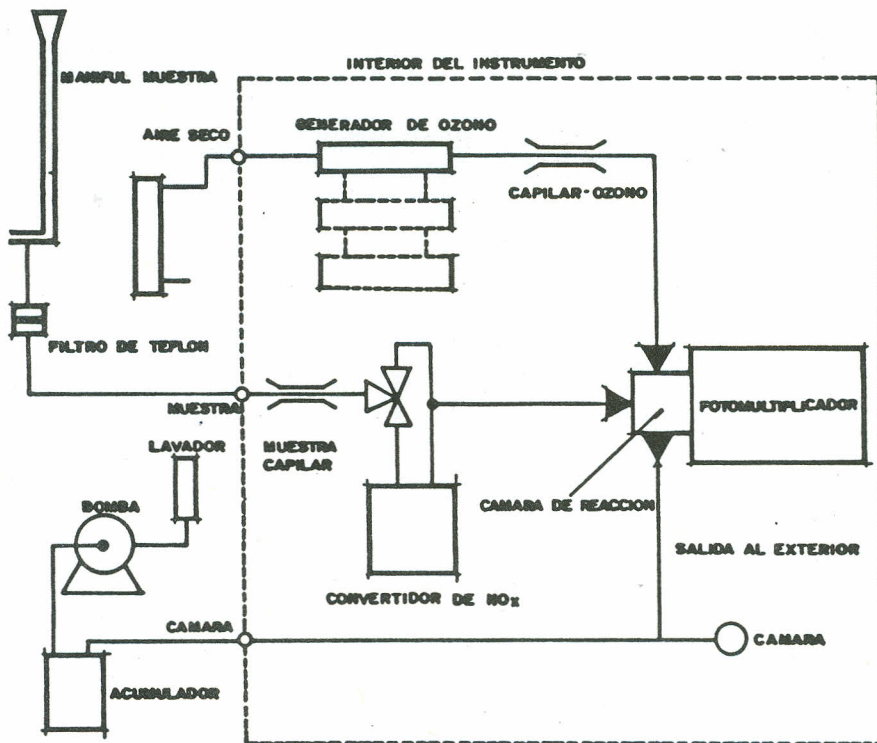


FIG. 2.- ANALIZADOR DE QUIMIOLUMINISCENCIA DE MONOXIDO DE NITROGENO. THERMOELECTRON MODELO 14 B/E.

Ozono.- La determinación de ozono se efectuó con un equipo de Thermo-Electrón modelo 49. Método de quimioluminiscencia, la Fig. 3 simplificada muestra el principio de operación del analizador fotométrico ultravioleta de ozono.

El fotómetro ultravioleta determina la concentración de ozono por medición de la atenuación de luz en una celda de absorción, a una longitud de onda de 254 nm (nanómetros).

El límite de detección para el ozono es de 1 ppb (partes por billón). No interfieren los óxidos de nitrógeno.

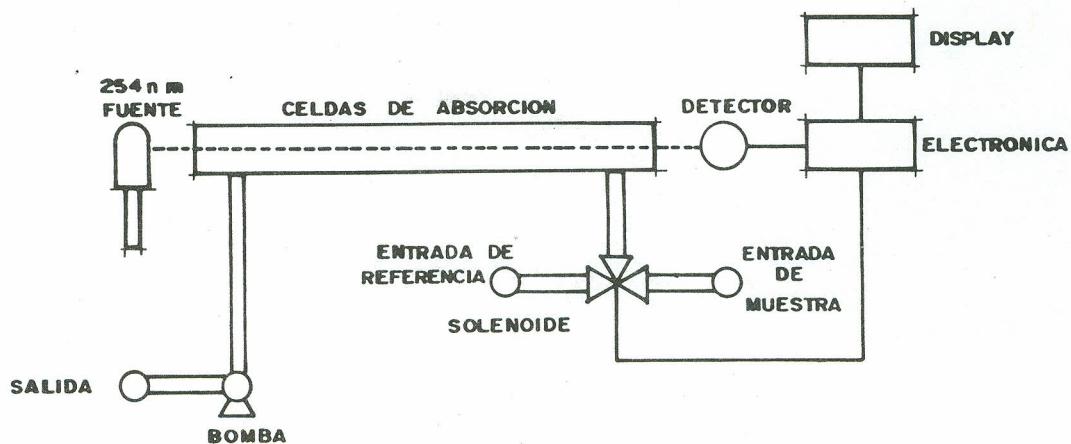
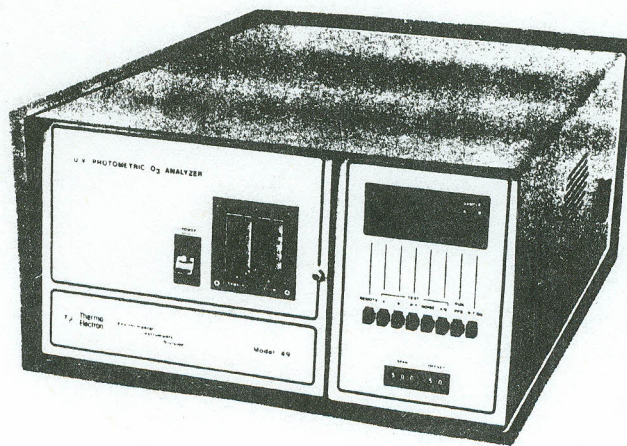


FIG. 3.- DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL FOTOMETRO ULTRAVIOLETA PARA ANALIZAR OZONO. (THERMOELECTRON MODELO 49).

Monóxido de Carbono.- El monóxido de carbono se determinó usando un aparato marca Thermo Electrón Modelo 48 (Figura 4).

La técnica de correlación de gas filtrado (GFC) ofrece especificidad y sensibilidad con relación a otras técnicas de infrarrojo no dispersivo.

Los componentes básicos de ésta técnica (GFC) se muestran en la Figura 4.

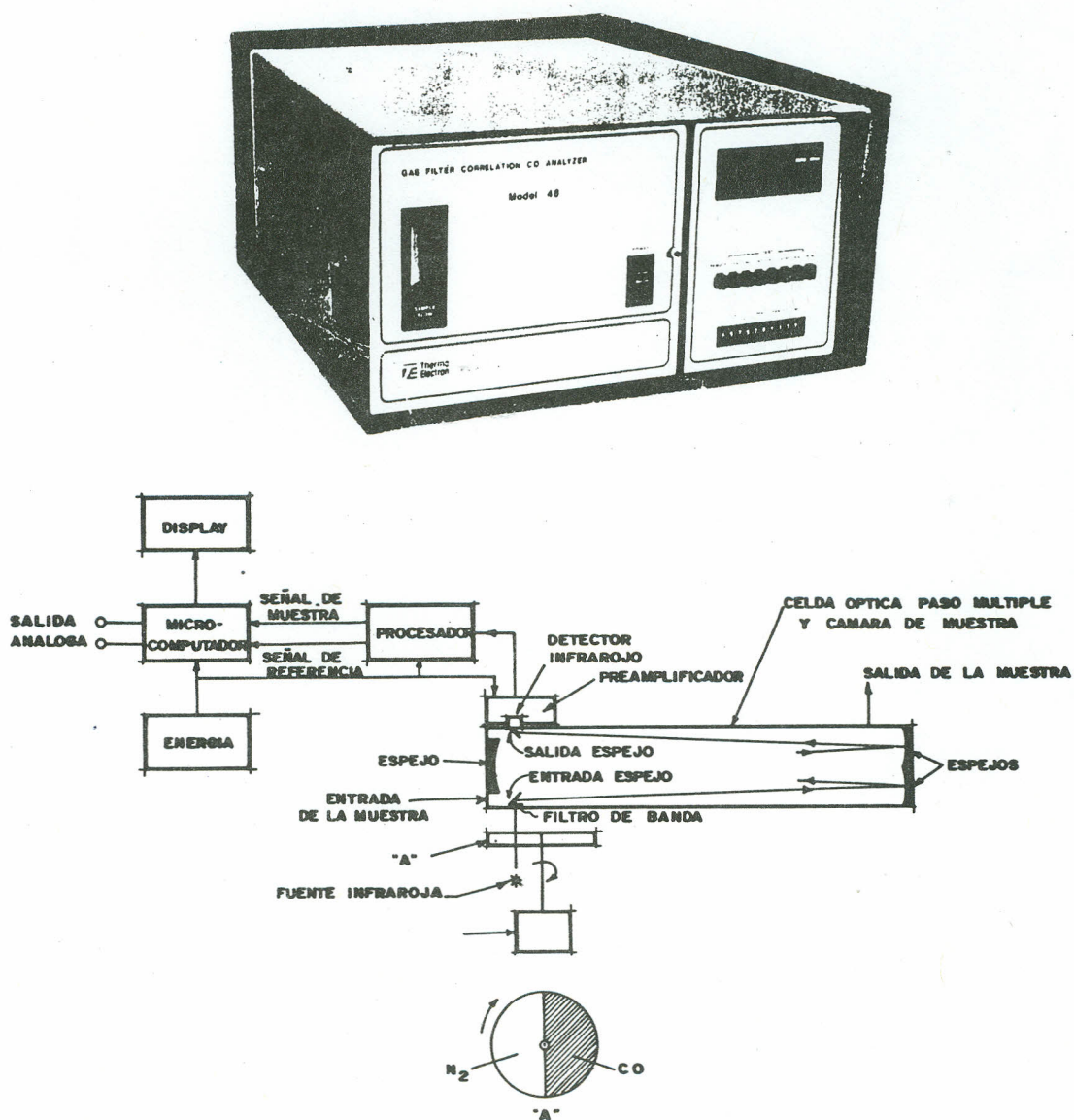


FIG. 4.- ANALIZADOR DE MONOXIDO DE CARBONO, TECNICA DE CORRELACION DE GAS FILTRADO (GFC).

SISTEMA PARA ADQUISICION DE DATOS EN LA UNIDAD MOVIL.-

Los aparatos de muestreo y análisis se conectaron a un sistema de adquisición de datos computarizado dotado de impresora y además de un sistema de graficadores para casos de falla del sistema computarizado.

El sistema permite obtener información sobre los promedios horarios de cada contaminante y se obtienen los datos impresos, los cuales se procesan para comparar los valores con los valores máximos permisibles por la Legislación Mexicana, así como para elaborar las tablas ó gráficas que se estime conveniente de acuerdo al informe que se desee preparar.

VIII.- ACTIVIDADES.-

Para el logro del objetivo propuesto se efectuaron las actividades -- que a continuación se indican:

- 1.- Se realizó la inspección de campo a fin de definir el área de estudio y constatar el estado actual del Estadio Universitario y sus instalaciones.
- 2.- Se definió el título del trabajo, el plan de acción, los objetivos, la metodología y los métodos de muestreo, análisis e interpretación de -- los resultados.
- 3.- Se definió el punto para colocar la estación de muestreo y análisis -- continuo y automático.

- 4.- Durante las inspecciones de campo se tomaron muestras del concreto deteriorado de las estructuras del Estadio y de las casetas de venta de boletos, tomándose fotos de las partes deterioradas y muestras de vegetación que presentaba gran cantidad de polvo en sus hojas.
- 5.- Se efectuó el aforo vehicular en las cuatro principales avenidas que rodean Ciudad Universitaria para estimar el volúmen de contaminación proveniente de esas fuentes.
- 6.- Se instaló una unidad móvil de muestreo continuo y automático de gases para determinar dióxido de azufre (SO_2), Ozono (O_3), Oxidos de Nitrógeno (NO_x , NO_2 , NO) y monóxido de carbono.
- 7.- Antes de cada período de muestreo se calibraron los aparatos de muestreo y análisis; utilizando gases patrón de concentración conocida y certificada por la Agencia de Protección de los Estados Unidos (EPA).
- 8.- Se obtuvieron datos de consumo de combustibles y capacidad de producción de la Industria del Acero ubicada al Oriente de Ciudad Universitaria con el fin de estimar volúmenes de generación de contaminantes.
- 9.- Obtención y proceso de los datos meteorológicos en la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua en Ciudad Universitaria.
- 10.- Colocación y calibración de los muestreadores para partículas suspendidas totales (PST).
- 11.- Obtención de muestras de partículas suspendidas totales (PST) determinándose en el laboratorio la concentración de partículas suspendidas -

totales (PST), Sulfatos, Nitratos, Plomo, Hierro y Calcio en microgramos por metro cúbico del aire muestreado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

12.- Se consultó la bibliografía sobre el tema.

IX.- RESULTADOS.-

CLIMATOLOGIA:

Humedad relativa.- Se efectuaron 82 determinaciones de humedad relativa para el período Julio - Octubre de 1990 de los cuales se presentaron:

16 días con humedad relativa menor del 60% correspondiendo al 20% del total de los días muestreados.

66 días con humedad relativa media mayor de 60% lo que equivale al 80% del total.

53 días con humedad entre 60 y 80% representando un 65% del total de días observados y presentaron 13 días con H.R. mayor de 80%, lo que equivale a un 15% del período mencionado.

En lo que respecta al efecto de corrosión en los metales expuestos en el área de Ciudad Universitaria se concluye que el factor de humedad es determinante según se indica en la página 10 . Este fenómeno es más significativo por la presencia de dióxido de azufre, ozono y óxidos de nitrógeno que seguramente formarán aerosoles ácidos que al depositarse en las estructuras o en las plantas causarán problemas de corrosión en los metales, sul

fatación en el concreto y quemaduras en las plantas como se indicó en la -
introducción del presente trabajo.

VIENTO:

El sol, el suelo y la atmósfera forman un sistema dinámico muy grande. El calentamiento diferencial del aire origina gradientes de presión hori--
zontales los que a su vez conducen a un movimiento horizontal de la atmós-
fera.

Los vientos locales en Ciudad Universitaria son afectados por los - -
efectos de fricción proporcionales a la rugosidad de la superficie. Por -
tanto la naturaleza del suelo, la localización y densidad de los árboles,-
el color negro de las áreas asfaltadas y por la forma, distribución y altu
ra de los edificios producen diferentes gradientes de velocidad del viento
en la dirección vertical. Esto lleva a una reducción general de la concen
tración de los contaminantes, ya que la turbulencia es el resultado de dos
efectos específicos.

a) El calentamiento atmosférico que es causa de las corrientes de con
vección naturales.

b) La turbulencia "mecánica" que es el resultado de los esfuerzos cor
tantes de viento.

A pesar de que los efectos están presentes, por lo general en cual---
quier condición atmosférica dada una de las dos turbulencias puede prevale
cer sobre la otra.

Los estimados precisos de la dispersión de los contaminantes en la --

atmósfera requieren conocer la frecuencia de distribución de la dirección-- del viento así como su velocidad. Este tipo de información en el área metropolitana puede variar de un lugar a otro, por lo que se estimó conveniente obtener los datos de la estación meteorológica más próxima y obtener el microclima del área en estudio.

Los patrones característicos del movimiento del aire local se presenta en forma gráfica (ROSA DE LOS VIENTOS) correspondiente a cada semana de los períodos considerados, así como la rosa de vientos del período correspondiente al estudio.

Las rosas de vientos indican vientos del Este-Noreste, direcciones hacia donde se localiza la mayor densidad industrial y el flujo vehicular -- por la Avenida Alfonso Reyes es del orden de los 41,990 automotores y es -- en esa misma dirección y a no más de dos kilómetros del Estadio Universitario donde se ubican la industria del acero y una planta termoeléctrica.

La velocidad del viento en el área de estudio oscila desde períodos -- de calma hasta velocidades de 6 m/segundo.

Los contaminantes visibles generados en el área industrial al oriente de Ciudad Universitaria son transportados por el viento en forma de bandas de color café rojizo, negro o una mezcla de ambos sobre todo cuando la -- velocidad del viento es baja y el transporte a veces los trasladaba muy -- lejos de la estación de medición y no fué posible detectarlos en muchos casos.

Las figuras de rosas de vientos indicadas en las págs. 34 a la 38 --- muestran en forma gráfica las frecuencias de las direcciones observadas - del viento y son proporcionales a la longitud total de los rayos. La distribución de las velocidades del viento dentro de cada dirección está indicada por la longitud de las secciones individuales de un rayo determinado. Dirigiéndose hacia afuera desde el centro del círculo, que representa el tiempo en que se observaron períodos de calma.

INVERSIONES TERMICAS:

Un parámetro muy útil en todo estudio de calidad de aire de una comunidad; sin embargo por cuestiones presupuestales se consiguieron los datos de inversiones térmicas correspondientes al período del 19 de Octubre al 10 de Noviembre de 1989 y Julio-Agosto de 1990, siendo éste último mes cuando se suspenden los lanzamientos de los globos sonda para obtener este parámetro.

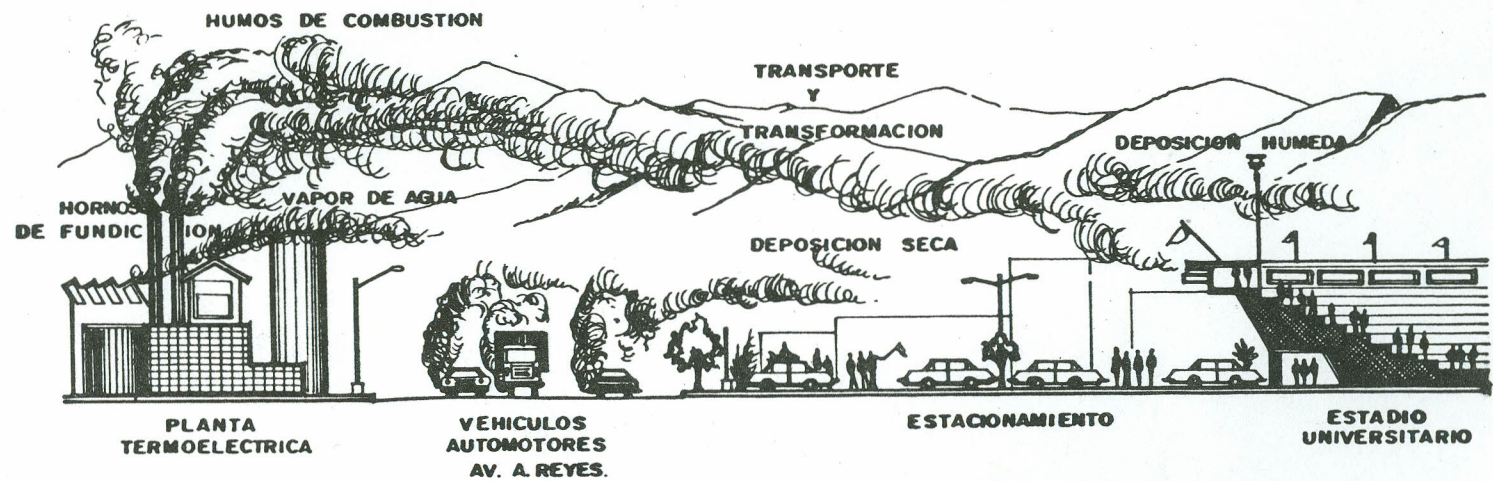
En el período del 19 de Octubre al 10 de Noviembre de 1989 se presentaron las siguientes inversiones térmicas:

- Inversiones térmicas totales en el período.....	22
- Inversiones térmicas a nivel del suelo.....	13
- Inversiones térmicas a menos de 1000 metros.....	19
- Inversiones térmicas a más de 1000 metros.....	3

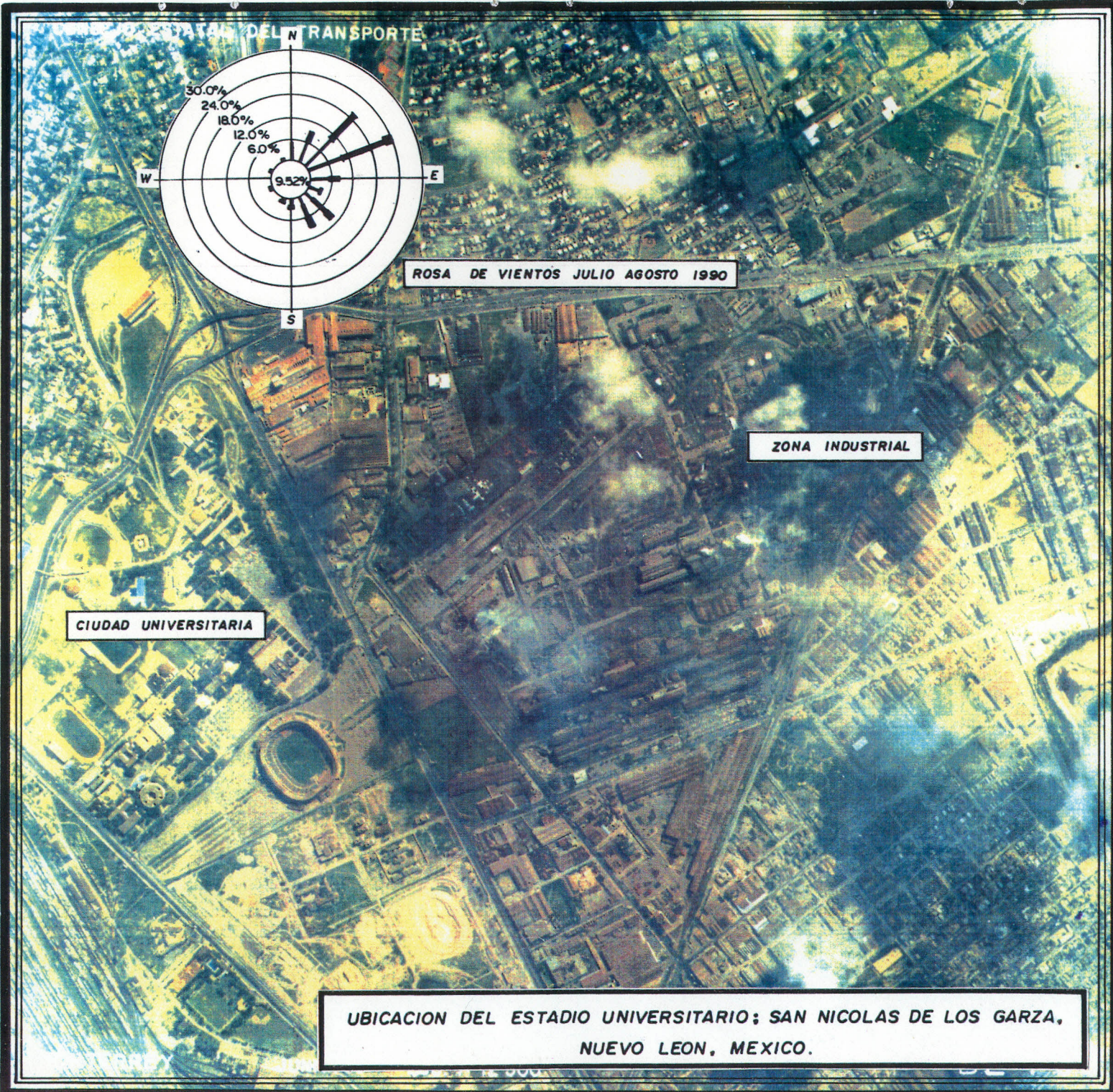
En el período Julio - Agosto de 1990:

- Inversiones térmicas totales en el período..... 47
- Inversiones térmicas a nivel del suelo..... 8
- Inversiones térmicas a menos de 1000 metros..... 29
- Inversiones térmicas a más de 1000 metros..... 18

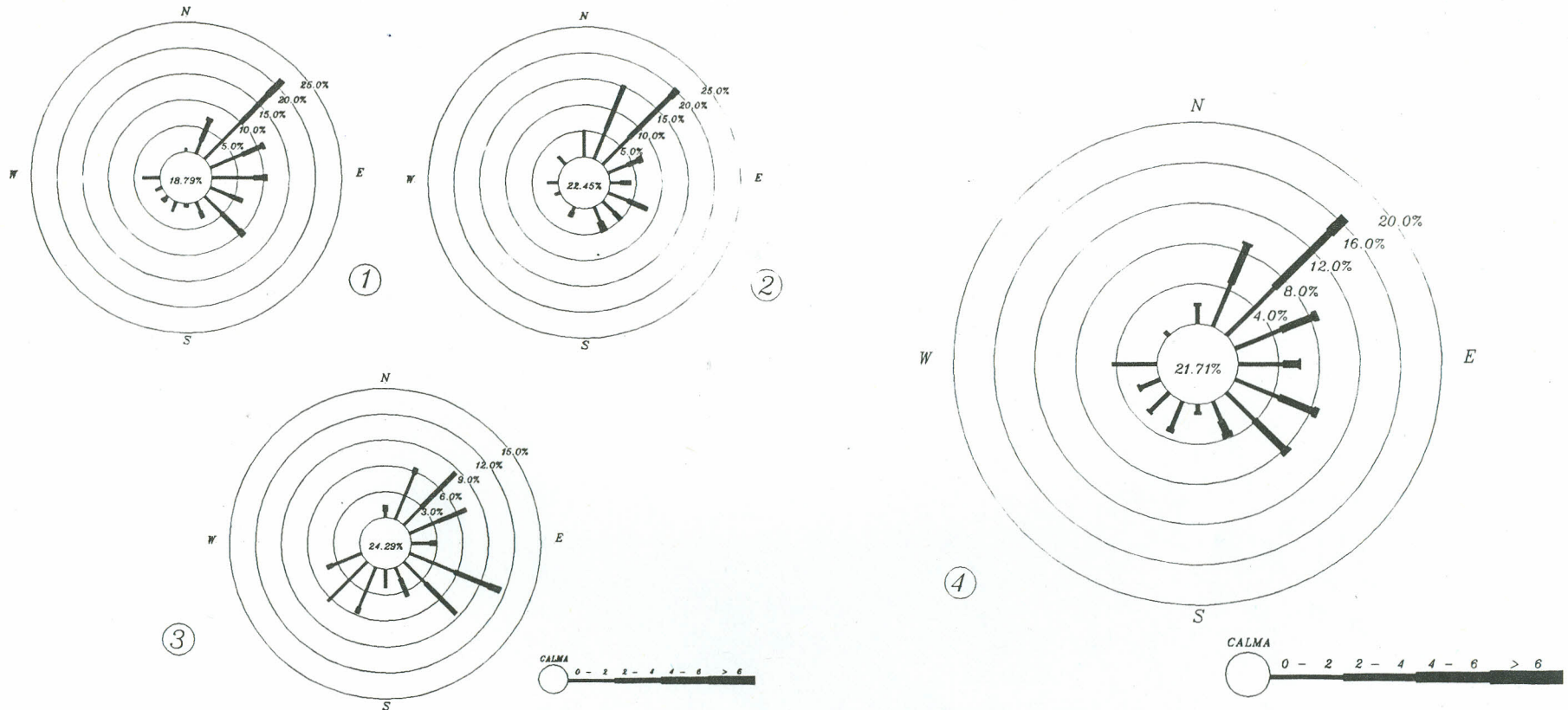
Para el presente trabajo se tomaron las inversiones a nivel del suelo para relacionarlas con los resultados de los muestreos en cada período del estudio.



MECANISMO DE FORMACION DE LAS PRECIPITACIONES ACIDAS EN ESTADIO UNIVERSITARIO. CD. UNIVERSITARIA, SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON, MEXICO.



ROSAS DE VIENTO CORRESPONDIENTES AL
PERIODO DEL 20 DE OCTUBRE AL 10 DE NOVIEMBRE DE 1989.

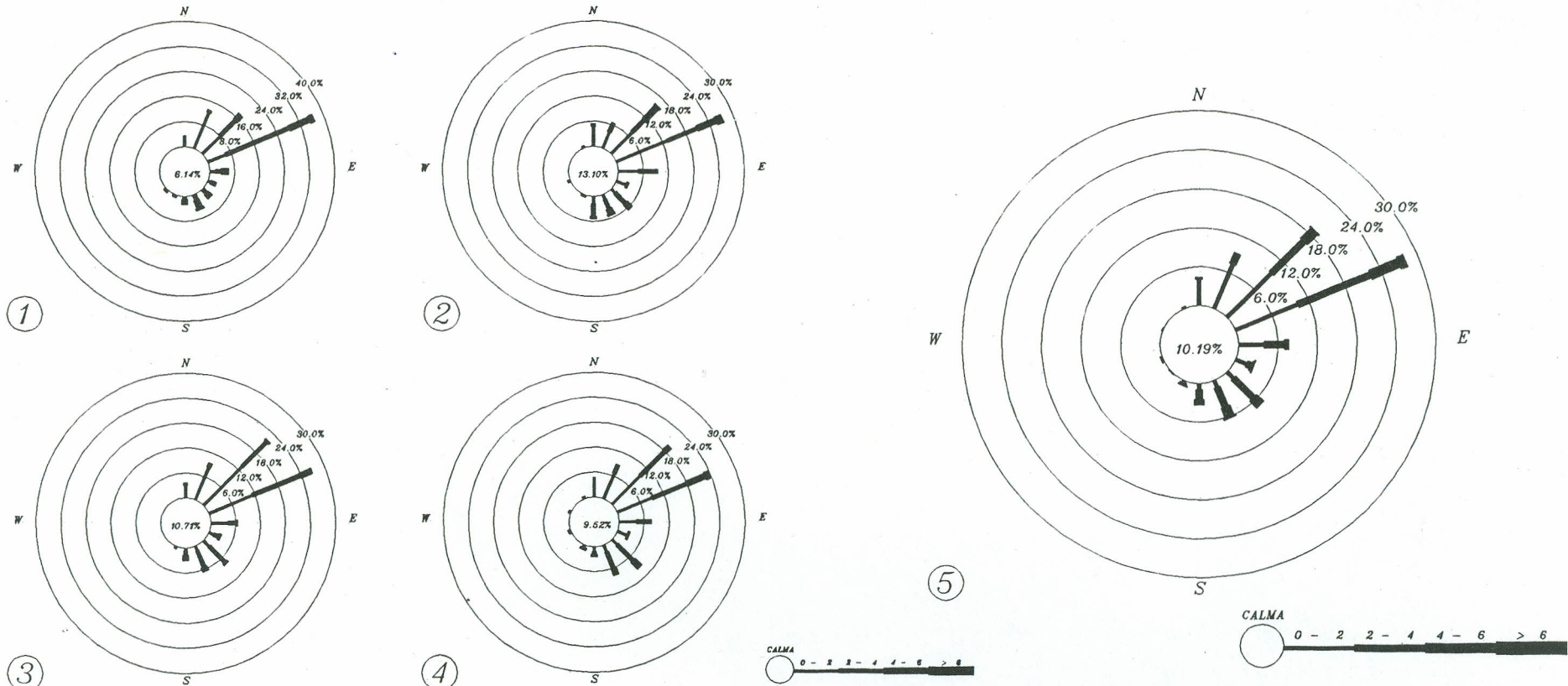


- ① DEL 20 DE OCTUBRE AL 26 DE OCTUBRE DE 1989
- ② DEL 27 DE OCTUBRE AL 03 DE NOVIEMBRE DE 1989
- ③ DEL 04 DE NOVIEMBRE AL 10 DE NOVIEMBRE DE 1989
- ④ DEL 20 DE OCTUBRE AL 10 DE NOVIEMBRE DE 1989

UBICACION DE LA ESTACION JIMENEZ # 220 NTE MTY N.L.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
JIMENEZ # 220 NORTE

ROSAS DE VIENTO CORRESPONDIENTES AL
PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 23 DE AGOSTO DE 1990

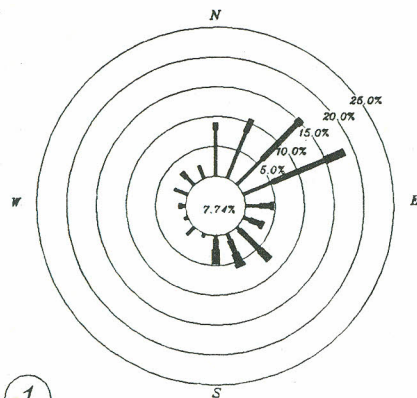


- ① DEL 27 DE JULIO AL 02 DE AGOSTO DE 1990
- ② DEL 03 DE AGOSTO AL 09 DE AGOSTO DE 1990
- ③ DEL 10 DE AGOSTO AL 16 DE AGOSTO DE 1990
- ④ DEL 17 DE AGOSTO AL 23 DE AGOSTO DE 1990
- ⑤ DEL 27 DE JULIO AL 23 DE AGOSTO DE 1990

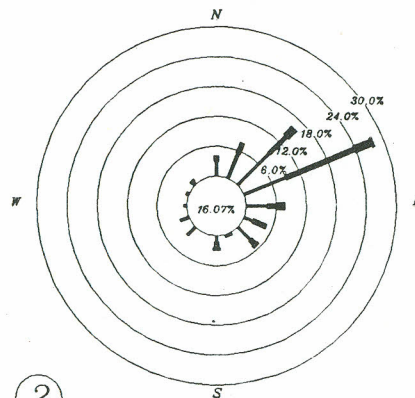
UBICACION DE LA ESTACION JIMENEZ # 220 NTE MTY. N.L.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
JIMENEZ # 220 NORTE

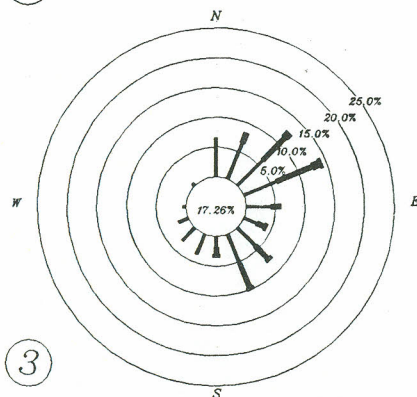
ROSAS DE VIENTO CORRESPONDIENTES AL
PERIODO DEL 24 DE AGOSTO AL 20 DE SEPTIEMBRE DE 1990



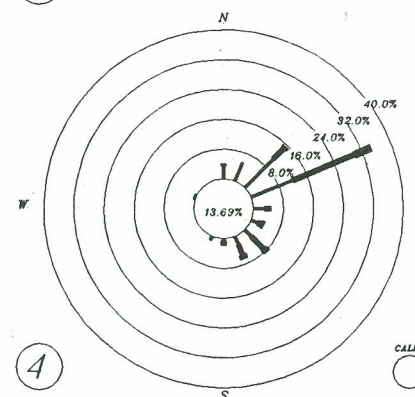
1



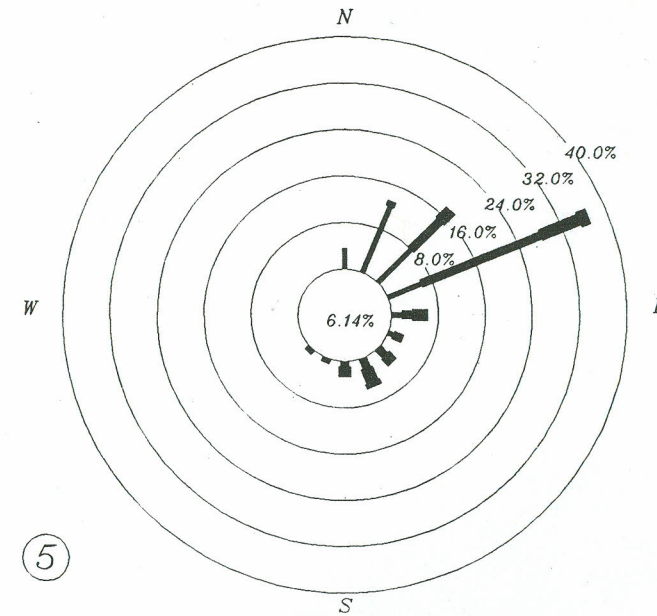
2



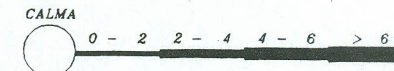
3



4



5

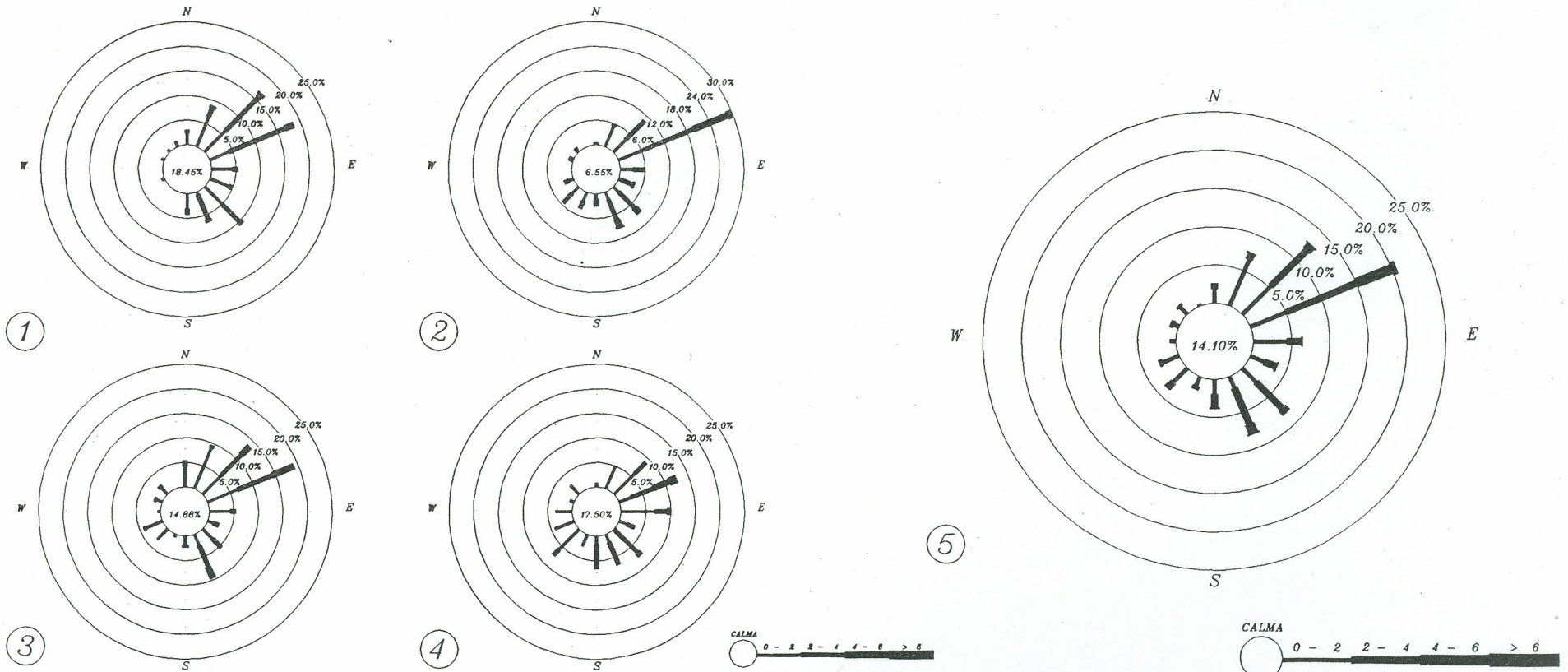


- ① DEL 24 DE AGOSTO AL 30 DE AGOSTO DE 1990
- ② DEL 31 DE AGOSTO AL 06 DE SEPTIEMBRE DE 1990
- ③ DEL 07 DE SEPTIEMBRE AL 13 DE SEPTIEMBRE DE 1990
- ④ DEL 14 DE SEPTIEMBRE AL 20 DE SEPTIEMBRE DE 1990
- ⑤ DEL 24 DE AGOSTO AL 20 DE SEPTIEMBRE DE 1990

UBICACION DE LA ESTACION : JIMENEZ # 220 NTE MTY. N.L.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
JIMENEZ # 220 NORTE

ROSAS DE VIENTO CORRESPONDIENTES AL
PERIODO DEL 21 DE SEPTIEMBRE AL 16 DE OCTUBRE DE 1990



- ① DEL 21 DE SEPTIEMBRE AL 27 DE SEPTIEMBRE DE 1990
- ② DEL 28 DE SEPTIEMBRE AL 04 DE OCTUBRE DE 1990
- ③ DEL 04 DE OCTUBRE AL 11 DE OCTUBRE DE 1990
- ④ DEL 12 DE OCTUBRE AL 16 DE OCTUBRE DE 1990
- ⑤ DEL 21 DE SEPTIEMBRE AL 16 DE OCTUBRE DE 1990

UBICACION DE LA ESTACION : JIMENEZ # 220 NTE MTY. N.L.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
JIMENEZ # 220 NORTE

PORCIENTO DE HUMEDAD RELATIVA DE JULIO 1990

FUENTE: COMISION NACIONAL DEL AGUA

DIA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
27	59	83	42
28	57	89	30
29	53	69	33
30	59	81	45
31	63	70	40
**	PROMEDIO = 58	PROMEDIO = 78	PROMEDIO = 38

PORCIENTO DE HUMEDAD RELATIVA DE AGOSTO 1990
FUENTE: COMISION NACIONAL DEL AGUA

DIA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
1	73	87	52
2	76	95	44
3	66	93	43
4	50	77	28
5	62	86	33
6	49	86	29
7	72	99	42
8	77	99	48
9	83	98	58
10	90	98	63
11	80	96	48
12	72	87	54
13	76	94	57
14	69	93	46
15	70	90	59
16	63	86	41
17	75	90	56
18	63	84	45
19	56	87	38
20	49	93	24
21	57	84	31
22	57	77	33
23	61	87	40
24	63	84	46
25	57	84	30
26	53	80	30
27	45	87	17
28	55	69	31
29	60	82	29
30	69	78	40
31	65	87	40
**	PROMEDIO = 65	PROMEDIO = 91	PROMEDIO = 41

PORCIENTO DE HUMEDAD RELATIVA DE SEPTIEMBRE 1990

FUENTE: COMISION NACIONAL DEL AGUA

DIA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
1	66	86	39
2	87	95	70
3	83	98	60
4	84	99	64
5	82	99	55
6	65	92	42
7	72	84	54
8	71	95	43
9	62	86	49
10	65	79	50
11	80	97	58
12	85	97	64
13	74	94	49
14	77	89	60
15	80	92	59
16	72	97	52
17	69	87	51
18	79	95	61
19	87	91	71
20	78	97	52
21	78	92	57
22	75	94	57
23	86	95	65
24	73	90	58
25	68	90	55
26	71	94	47
27	71	90	50
28	79	95	58
29	77	94	55
30	75	92	56
**	PROMEDIO = 76	PROMEDIO = 93	PROMEDIO = 56

PORCIENTO DE HUMEDAD RELATIVA DE OCTUBRE 1990

FUENTE: COMISION NACIONAL DEL AGUA

DIA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
1	69	89	46
2	74	91	51
3	75	92	56
4	83	98	69
5	79	96	59
6	72	94	56
7	70	89	47
8	70	86	55
9	84	96	75
10	59	77	43
11	60	86	41
12	60	90	41
13	61	86	43
14	44	86	26
15	53	86	24
16	74	96	51
**	PROMEDIO = 68	PROMEDIO = 90	PROMEDIO = 49

INVERSIONES TERMICAS A NIVEL DEL SUELO Y TEMPERATURA AMBIENTE, PERIODO DEL 19 -
DE OCTUBRE AL 10 DE NOVIEMBRE DE 1989.

FECHA	CAPA INFERIOR	CAPA SUPERIOR	TEMPERATURA AMBIENTE °C		
			MINIMA	MEDIA	MAXIMA
20 DE OCTUBRE 1989	0	136	15.8	17.3	18.5
21 DE OCTUBRE 1989	0	1029	12.2	19.7	25.8
22 DE OCTUBRE 1989	0	994	16.9	22.9	28.3
23 DE OCTUBRE 1989	0	125	18.0	23.7	28.7
31 DE OCTUBRE 1989	0	129	0.0	14.7	20.0
10 NOVIEMBRE 1989	0	148	0.0	20.6	25.5
3 NOVIEMBRE 1989	0	131	12.2	15.9	12.2
4 NOVIEMBRE 1989	0	154	13.8	20.5	26.4
5 NOVIEMBRE 1989	0	148	16.5	22.0	28.2
6 NOVIEMBRE 1989	0	121	18.8	24.2	30.3
8 NOVIEMBRE 1989	0	148	21.5	25.5	30.1
9 NOVIEMBRE 1989	0	312	20.5	23.2	26.9

INVERSIONES TERMICAS A NIVEL DEL SUELO Y TEMPERATURA AMBIENTE, PERIODO: JULIO-AGOSTO DE 1990.

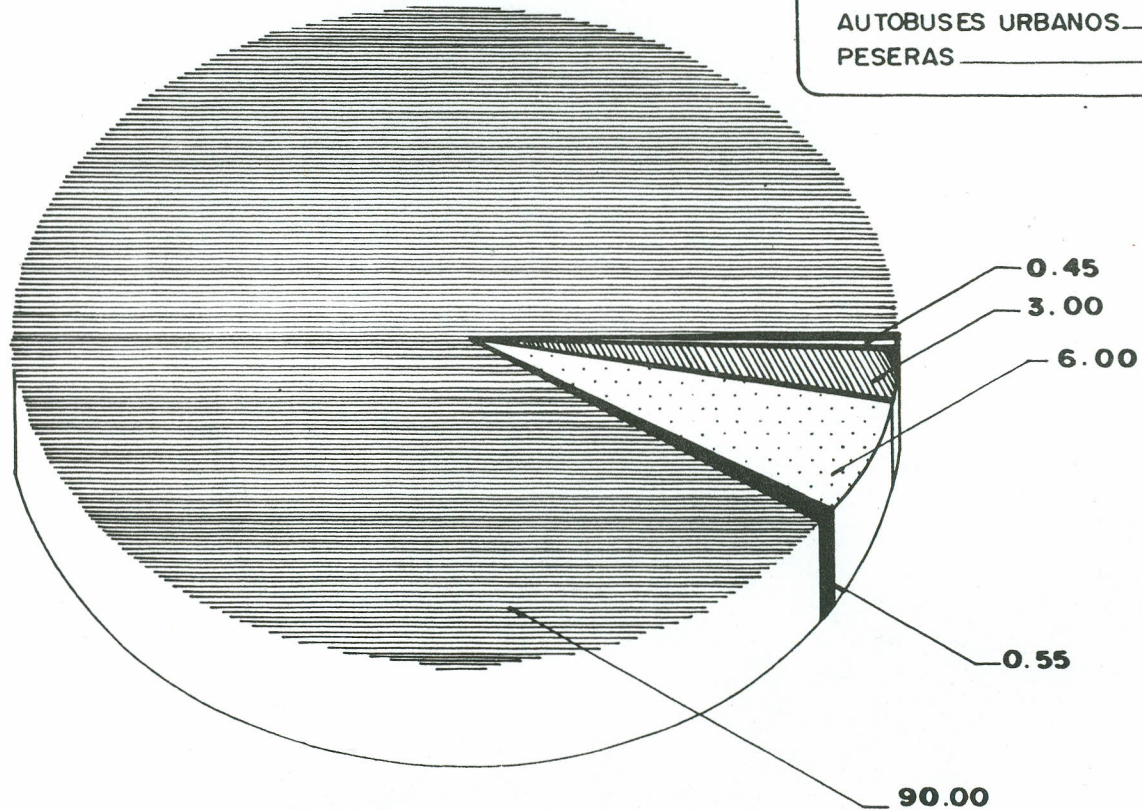
FECHA	CAPA INFERIOR	CAPA SUPERIOR	TEMPERATURA AMBIENTE °C		
			MINIMA	MEDIA	MAXIMA
9 DE JULIO 1990	0	111	21.1	26.4	32.7
10 DE JULIO 1990	0	112	21.9	27.0	33.0
13 DE JULIO 1990	0	103	24.10	26.8	30.7
14 DE JULIO 1990	0	119	23.0	26.6	31.1
30 DE JULIO 1990	0	98	24.2	27.3	33.4
6 DE AGOSTO 1990	0	151	23.0	29.0	33.8
7 DE AGOSTO 1990	0	329	21.8	26.3	31.7

CLASIFICACION VEHICULAR

EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA

AV. ALFONSO REYES (ANTES UNIVERSIDAD)

VEHICULOS LIGEROS	3 607	90.00%
AUTOBUSES FORANEOS	17	0.45%
CAMIONES	104	3.00%
AUTOBUSES URBANOS	220	6.00%
PESERAS	20	0.55%

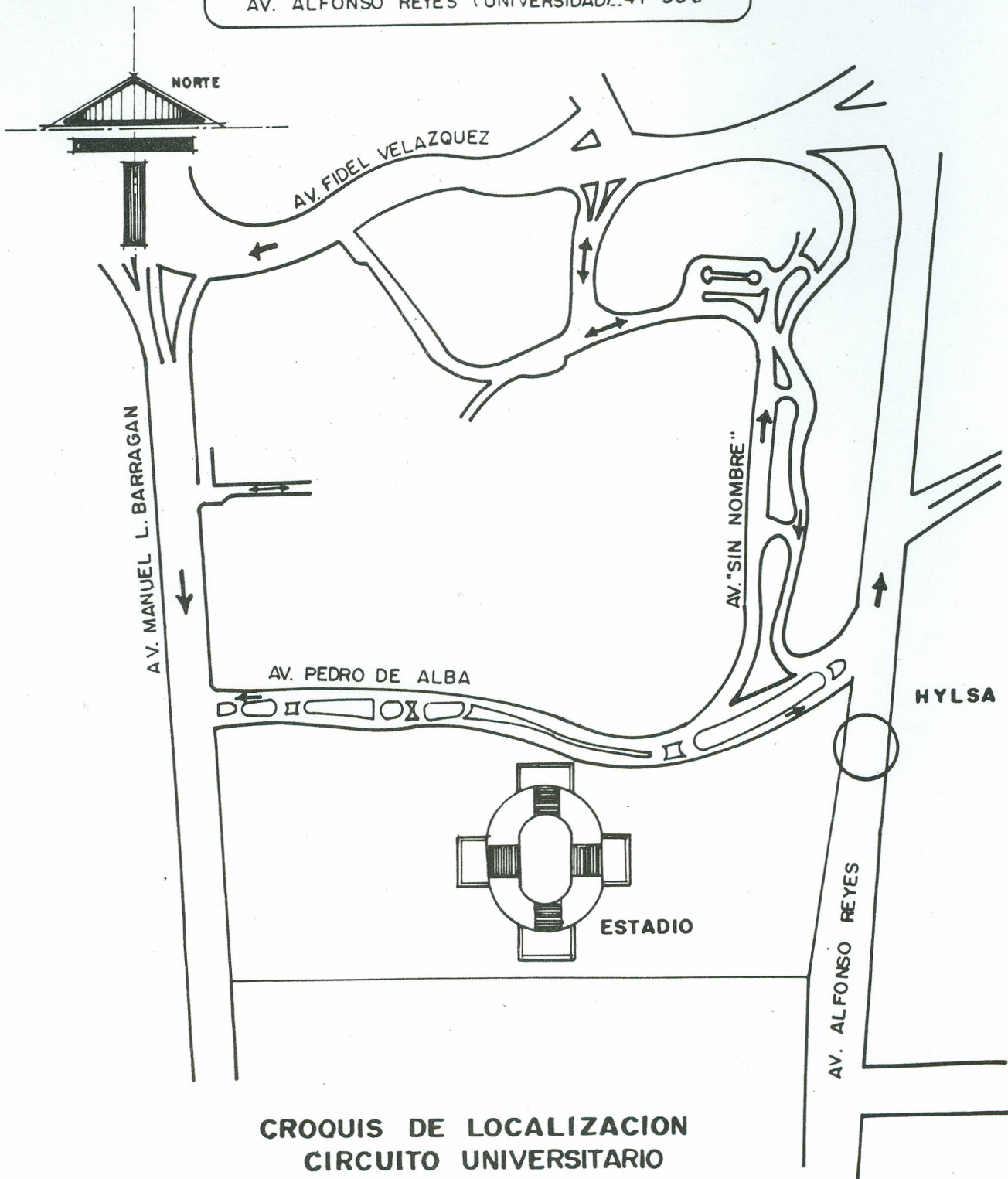


DEPTO. DE ESTUDIOS DE ING. DE TRANSITO

FLUJO VEHICULAR

TOTAL DE VEHICULOS POR DIA

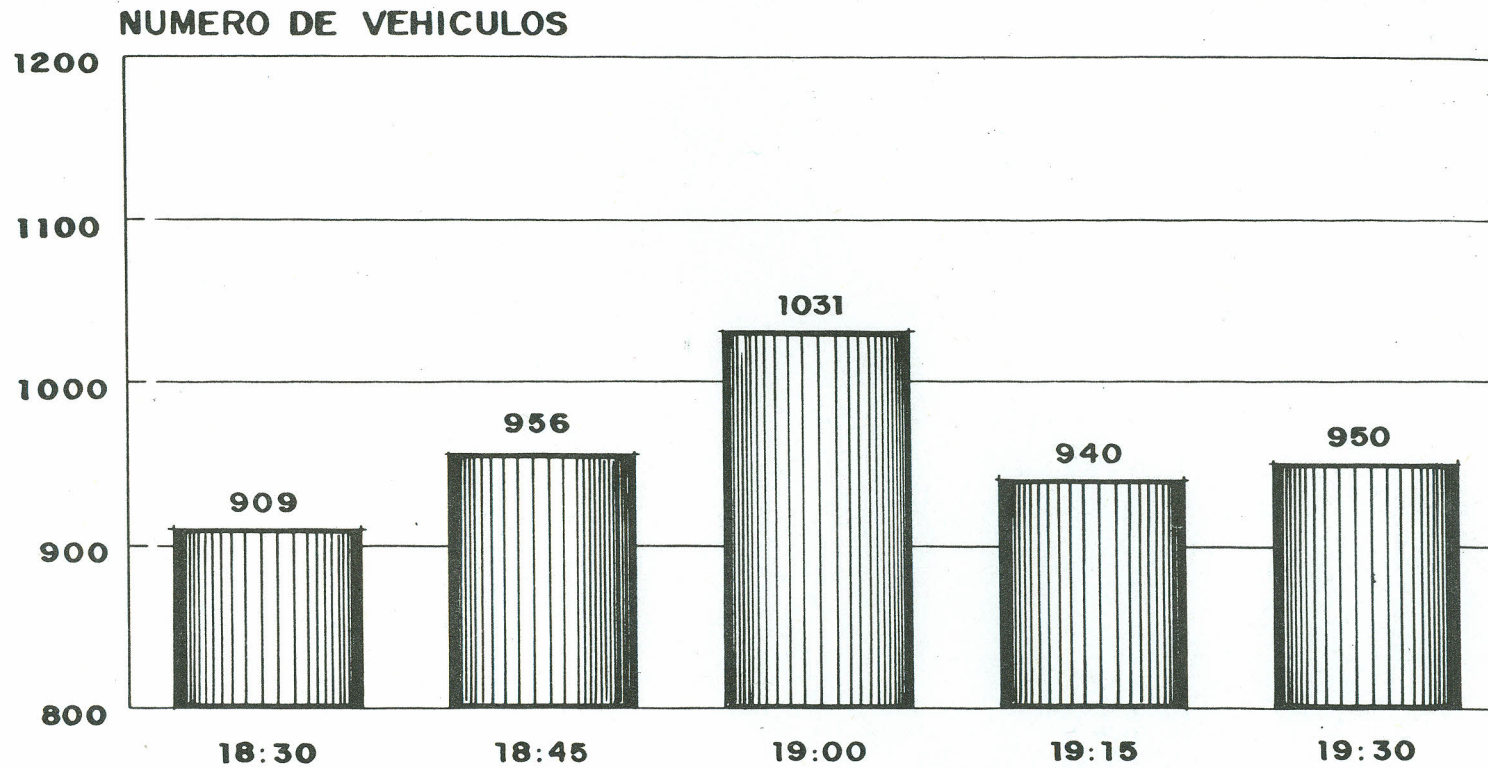
AV. FIDEL VELAZQUEZ.....	86 688
AV. BARRAGAN.....	28 500
AV. ALFONSO REYES (UNIVERSIDAD).....	41 990



CROQUIS DE LOCALIZACION
CIRCUITO UNIVERSITARIO

HORA DE MAXIMA DEMANDA

DEPTO. DE ESTUDIOS DE ING. DE TRANSITO

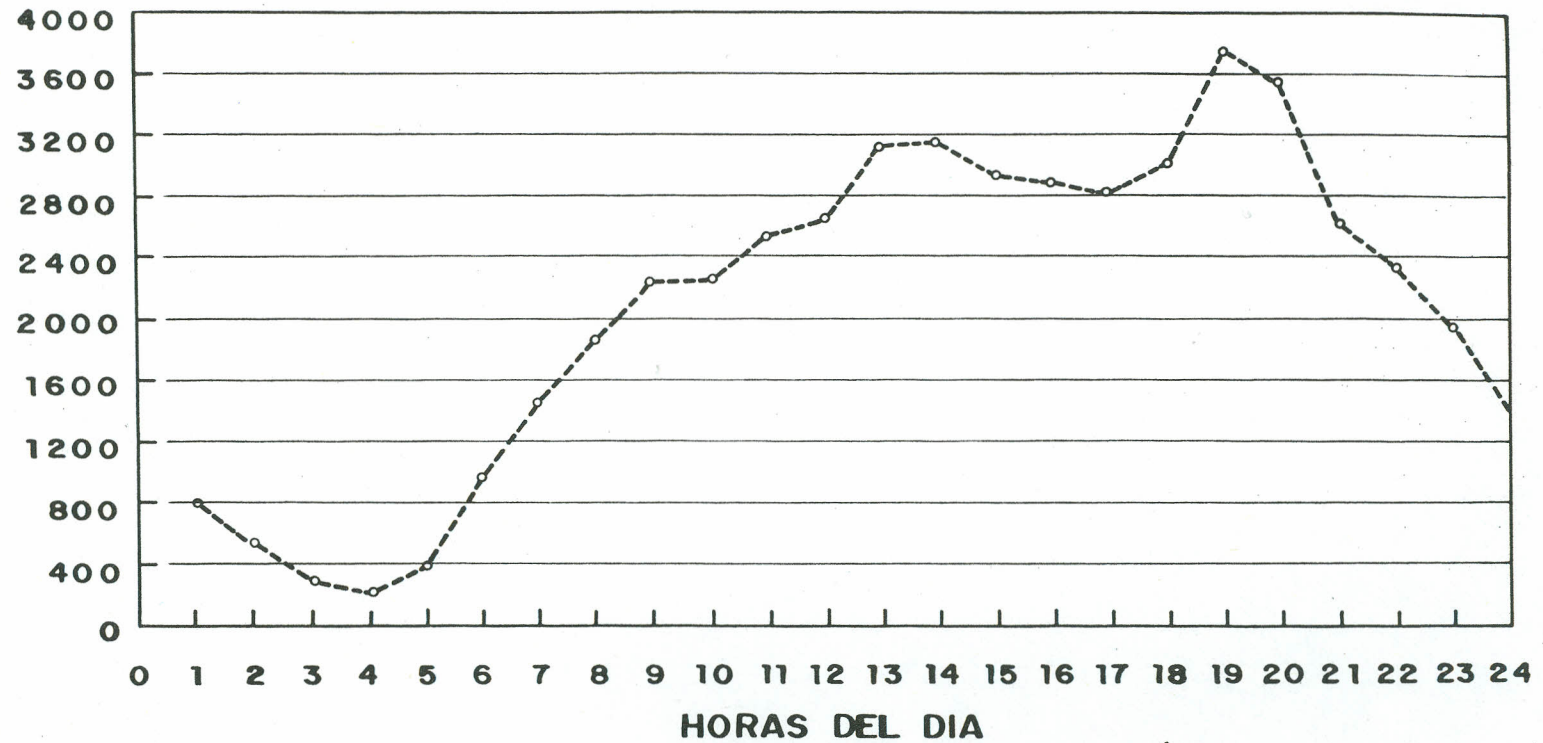


VARIACION TRANSITO
AV. ALFONSO REYES (ANTES UNIVERSIDAD)

VOLUMENES DE TRANSITO

DEPTO. DE ESTUDIOS DE ING. DE TRANSITO.

NUMERO. DE VEHICULOS



ESTIMACION TRANSITO

AV. ALFONSO REYES (ANTES UNIVERSIDAD)

VOLUMEN REGISTRADO AL FINAL DE LA HORA

ESTIMACION DE CONTAMINANTES EMITIDOS A LA ATMOSFERA EN EL AREA ORIENTE DE CIUDAD UNIVERSITARIA TOMANDO EN CUENTA SOLAMENTE PARTE DE LAS EMISIONES DEL GRUPO ACERO HYLSA Y EL TRANSITO VEHICULAR DE LA AV. ALFONSO REYES.

T A B L A No. 2

CONTAMINANTE EMITIDO TON/AÑO	POR QUEMA DE COMBUSTOLEO	POR QUEMA DE GAS	POR VEHICULOS	TOTAL TON/AÑO
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	815.153	10.592	6.690	832.435
MONOXIDO DE CARBONO (CO)	136.539	9.862	716.504	862.905
OXIDOS DE NITROGENO (NO _x)	2730.790	109.575	58.914	2899.279
HIDROCARBUROS TOTALES (HC)	26.894	1.753	107.696	136.343
DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	68.792	9.884	2.030	80.706
TOTAL				4811.668

La emisión total estimada es de 4811.688 toneladas por año, sólo de las fuentes indicadas.

La emisión corresponde a 13,182 kg. de contaminantes por día, que de acuerdo a la rosa de los vientos, afecta el área del Estadio Universitario.

**ESTIMACION TOTAL DE CONTAMINANTES GENERADOS EN EL
AREA DE CIUDAD UNIVERSITARIA :**

TABLA No.1

CONTAMINANTE EMITIDO TON/AÑO	POR QUEMA DE COMBUSTOLEO	POR QUEMA DE GAS	POR VEHICULOS AUTOMOTORES	TOTAL TON/AÑO
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	815.153	10.592	29.053	854.798
MONOXIDO DE CARBONO (CO)	136.539	9.862	3153.339	3299.740
OXIDOS DE NITROGENO (NO _x)	2730.790	109.575	258.480	3098.845
HIDROCARBUROS TOTALES (HC)	26.894	1.753	473.862	502.509
DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	68.792	9.884	8.635	87.311
TOTALES				7843.203

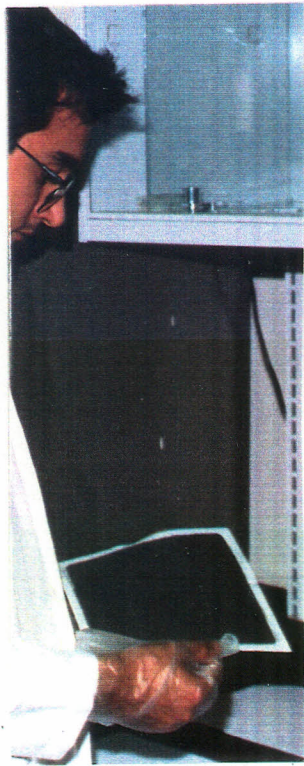
La emisión total estimada es de 21 488 kg/día.

Estimación tomando en cuenta sólo parte de las emisiones del grupo acero y el tránsito vehicular aforado en las avenidas Fidel Velázquez, Barragán y Alfonso Reyes.

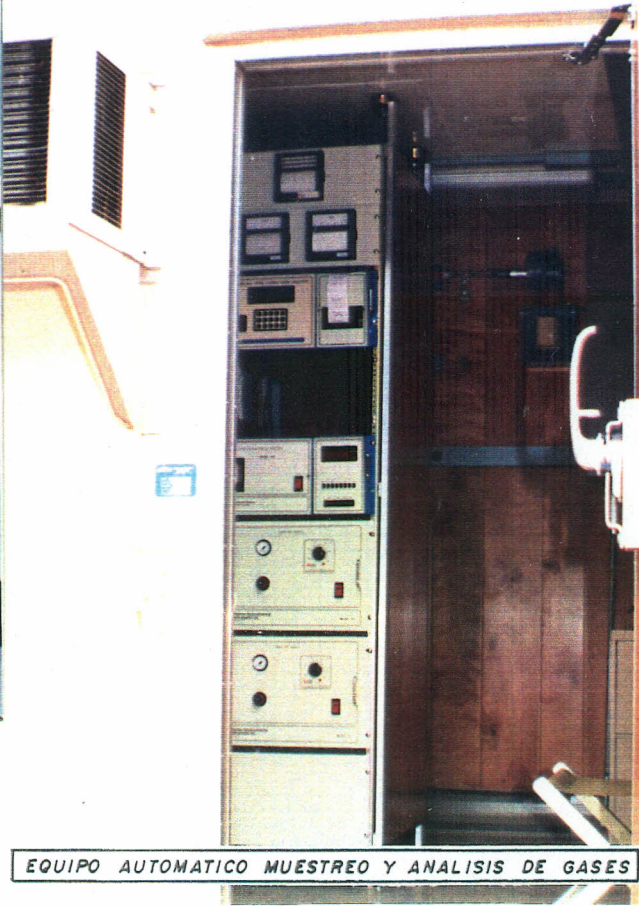
MUESTREADOR DE PARTICULAS



UNIDAD MOVIL DE MONITOREO



ANALISIS DE POLVO



EQUIPO AUTOMATICO MUESTREO Y ANALISIS DE GASES

PARTE DEL EQUIPO UTILIZADO PARA EL MUESTREO Y ANALISIS DE GASES Y PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES UBICADO EN EL AREA DEL ESTADIO UNIVERSITARIO.

VALORES MAXIMO, MEDIA Y MINIMO OBTENIDOS
DE PROMEDIOS HORARIOS

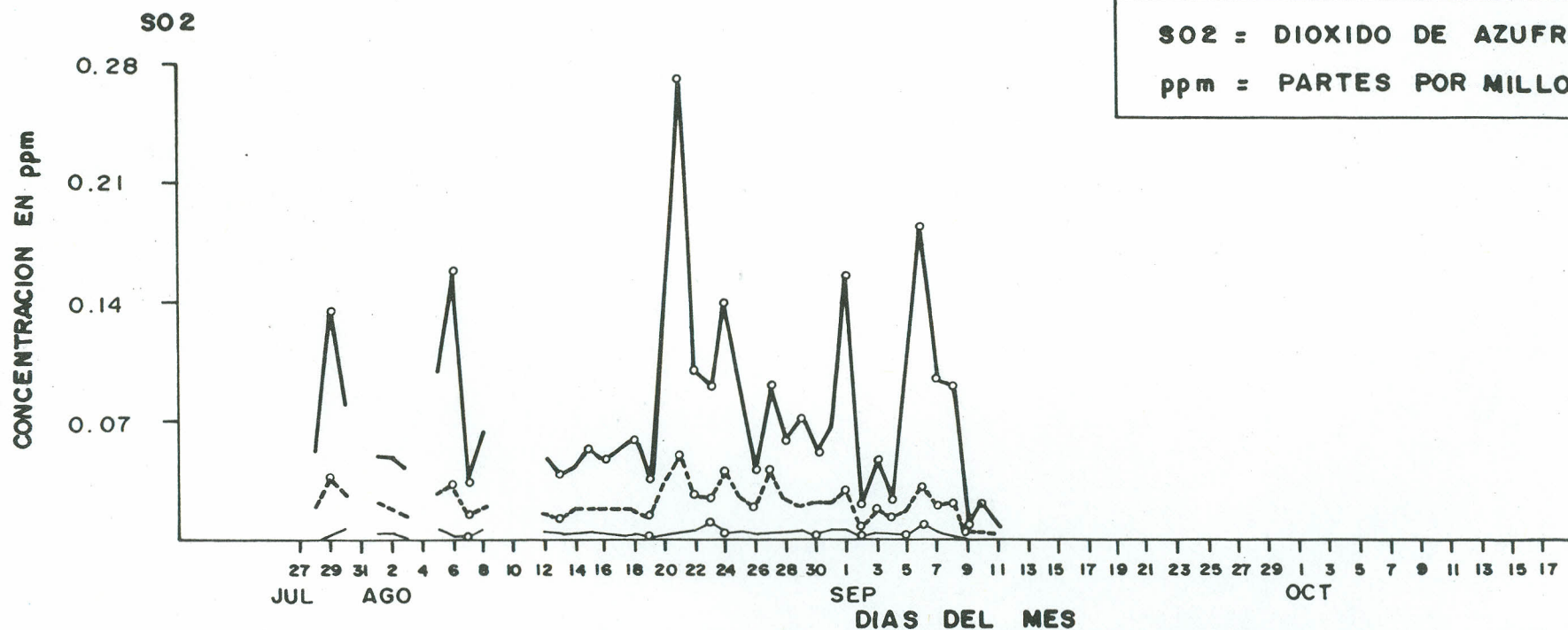
PERIODO DEL 19 DE OCTUBRE AL 10 DE NOVIEMBRE DE 1989

<i>GASES PARAMETRO</i>	<i>S02 ppm</i>	<i>03 ppm</i>	<i>N02 ppm</i>	<i>NOX ppm</i>
<i>MAXIMO</i>	<i>0.252</i>	<i>0.123</i>	<i>0.124</i>	<i>0.356</i>
<i>MEDIA</i>	<i>0.024</i>	<i>0.022</i>	<i>0.042</i>	<i>0.064</i>
<i>MINIMO</i>	<i>0.000</i>	<i>0.000</i>	<i>0.006</i>	<i>0.007</i>

PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 16 DE OCTUBRE DE 1990

<i>GASES PARAMETRO</i>	<i>S02 ppm</i>	<i>03 ppm</i>	<i>N02 ppm</i>	<i>NOX ppm</i>
<i>MAXIMO</i>	<i>0.271</i>	<i>0.076</i>	<i>0.080</i>	<i>0.274</i>
<i>MEDIA</i>	<i>0.022</i>	<i>0.015</i>	<i>0.023</i>	<i>0.038</i>
<i>MINIMO</i>	<i>0.000</i>	<i>0.000</i>	<i>0.005</i>	<i>0.004</i>

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIOS DE DIOXIDO DE AZUFRE
 PARA EL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 11 DE SEPTIEMBRE DE 1990.



SO2 = DIOXIDO DE AZUFRE
 ppm = PARTES POR MILLON

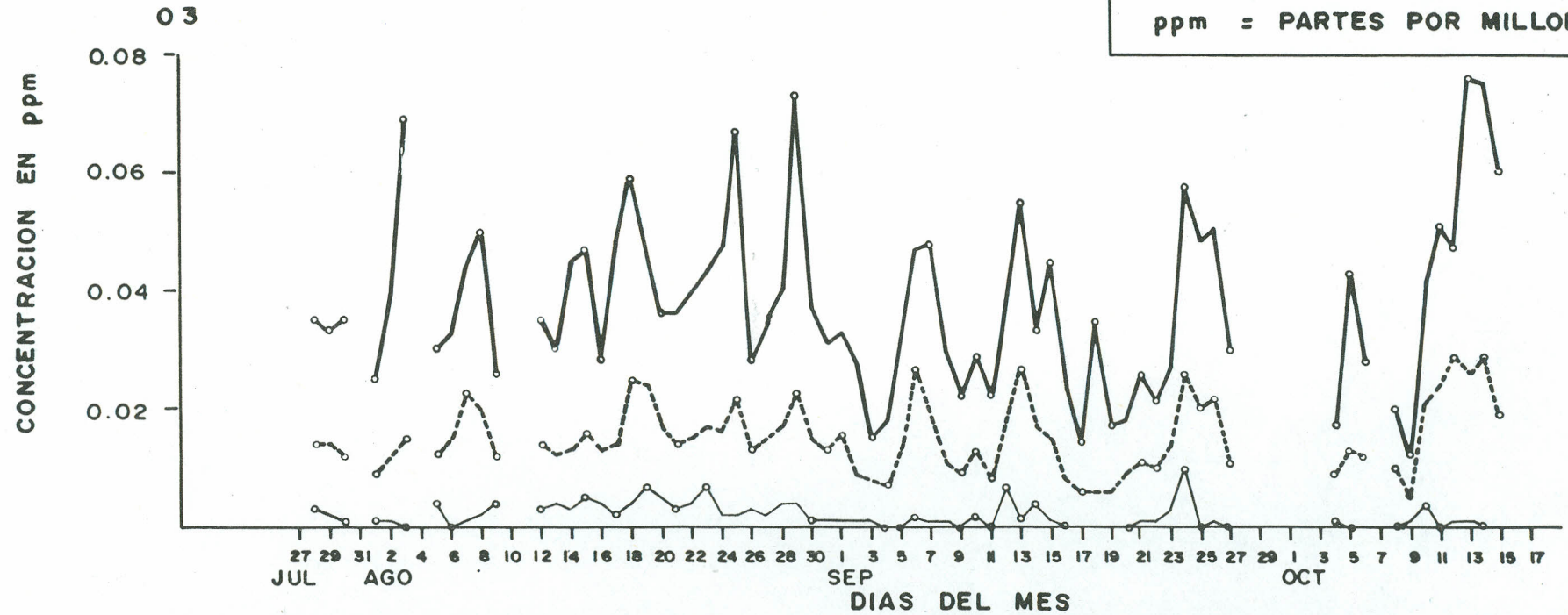
- - - - ○ PROMEDIO DIARIO
- - - - ○ PROMEDIO HORARIO MAXIMO REPORTADO
- - - - ○ PROMEDIO HORARIO MINIMO REPORTADO

ESTACION UBICADA EN EL ESTADIO UNIVERSITARIO, LADO ORIENTE

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIOS DE OZONO
 PARA EL PERIODO DEL 28 DE JULIO AL 15 DE OCTUBRE DE 1990

O₃ = OZONO

ppm = PARTES POR MILLON

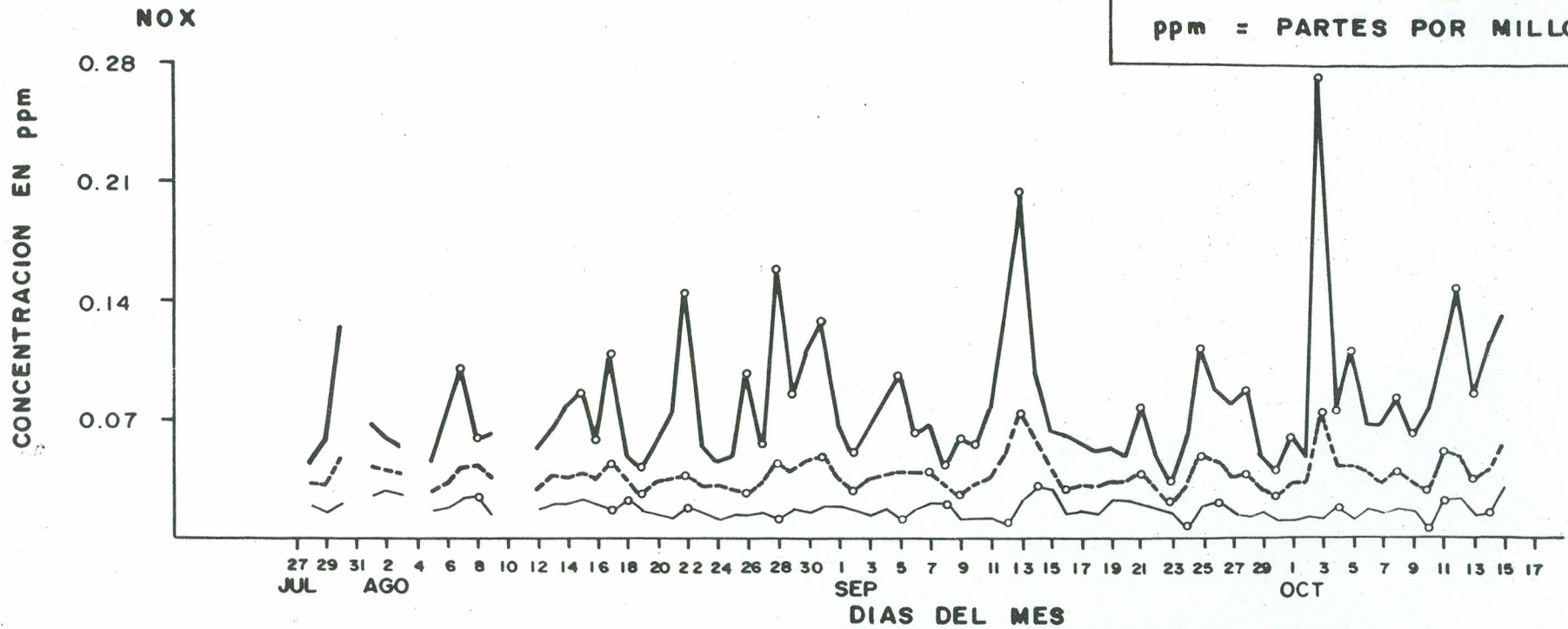


- PROMEDIO DIARIO
- PROMEDIO HORARIO MAXIMO REPORTADO
- PROMEDIO HORARIO MINIMO REPORTADO

ESTACION UBICADA EN EL ESTADIO UNIVERSITARIO, LADO ORIENTE

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIOS DE OXIDOS DE NITROGENO
 PARA EL PERIODO DEL 28 DE JULIO AL 15 DE OCTUBRE DE 1990

NOX = OXIDOS DE NITROGENO
 ppm = PARTES POR MILLON

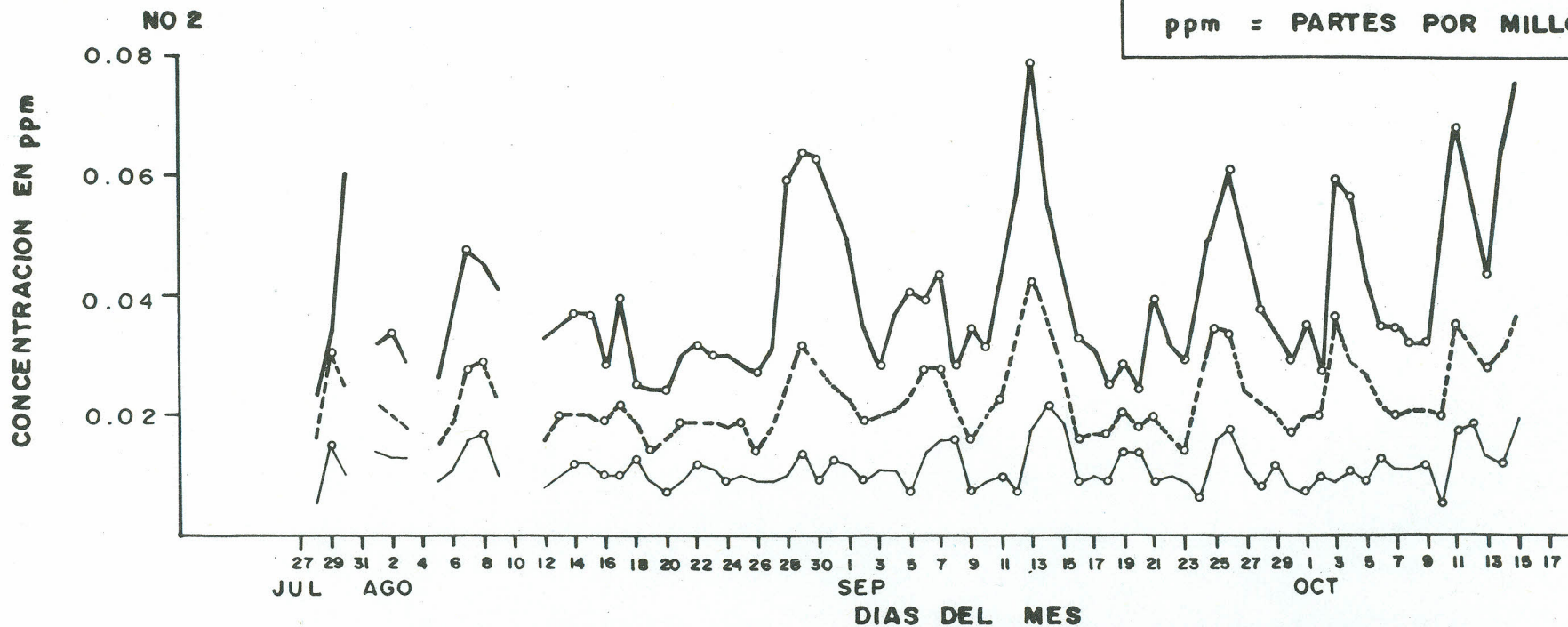


- PROMEDIO DIARIO
- PROMEDIO HORARIO MAXIMO REPORTADO
- PROMEDIO HORARIO MINIMO REPORTADO

ESTACION UBICADA EN EL ESTADIO UNIVERSITARIO, LADO ORIENTE

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIOS DE DIOXIDO DE NITROGENO
 PARA EL PERIODO DEL 28 DE JULIO AL 15 DE OCTUBRE DE 1990.

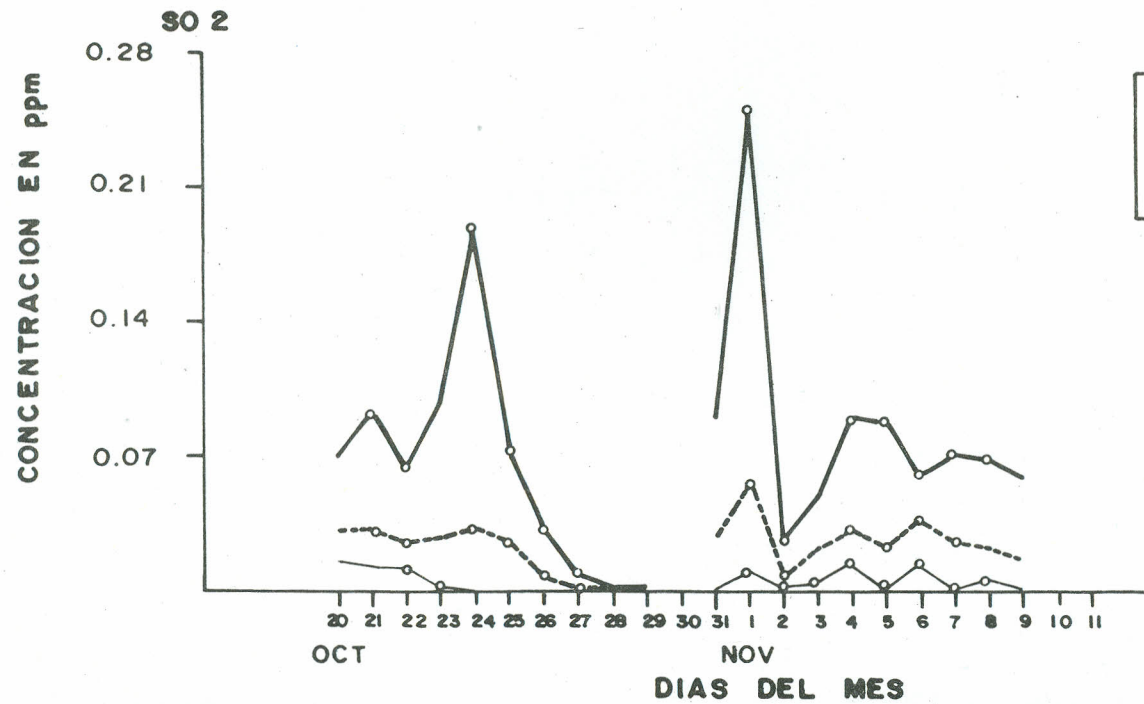
NO₂ = DIOXIDO DE NITROGENO
 ppm = PARTES POR MILLON



- - - - ○ PROMEDIO DIARIO
- - - - ○ PROMEDIO HORARIO MAXIMO REPORTADO
- - - - ○ PROMEDIO HORARIO MINIMO REPORTADO

ESTACION UBICADA EN EL ESTADIO UNIVERSITARIO, LADO ORIENTE

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIOS DE DIOXIDO DE AZUFRE
 PARA EL PERIODO DEL 20 DE OCTUBRE AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1989

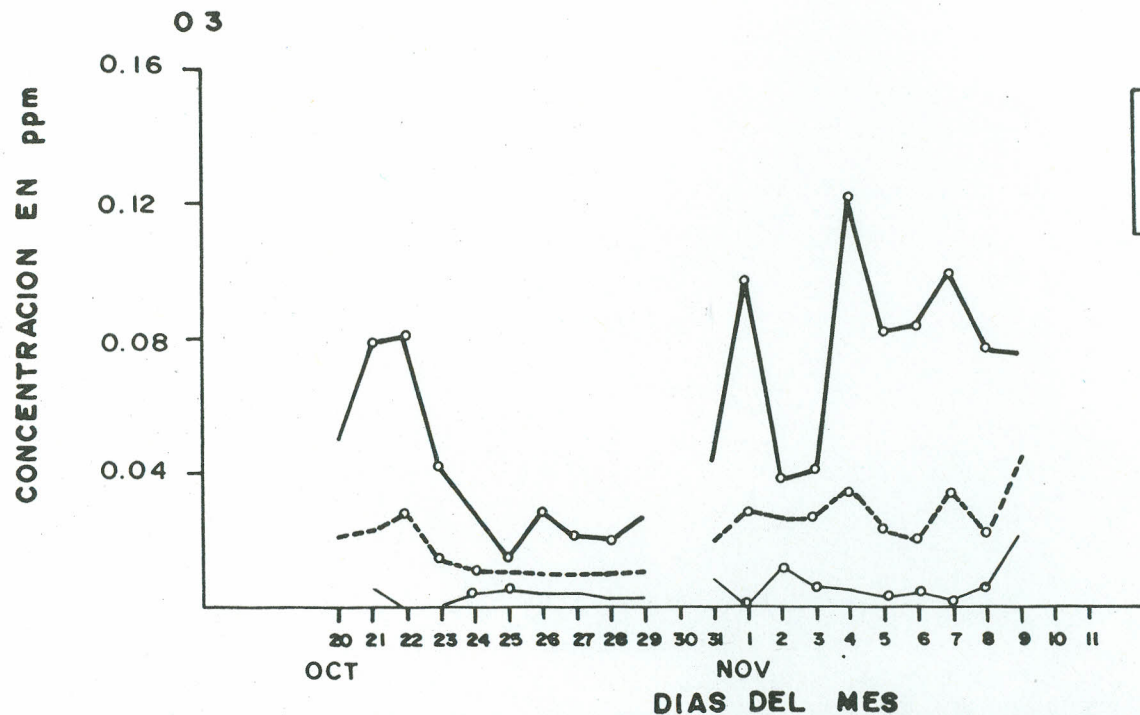


SO2 = DIOXIDO DE AZUFRE
 ppm = PARTES POR MILLON

- PROMEDIO DIARIO
- PROMEDIO HORARIO MAXIMO REPORTADO
- PROMEDIO HORARIO MINIMO REPORTADO

ESTACION UBICADA EN EL ESTADIO UNIVERSITARIO, LADO ORIENTE

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIOS DE OZONO
 PARA EL PERIODO DEL 20 DE OCTUBRE AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1989

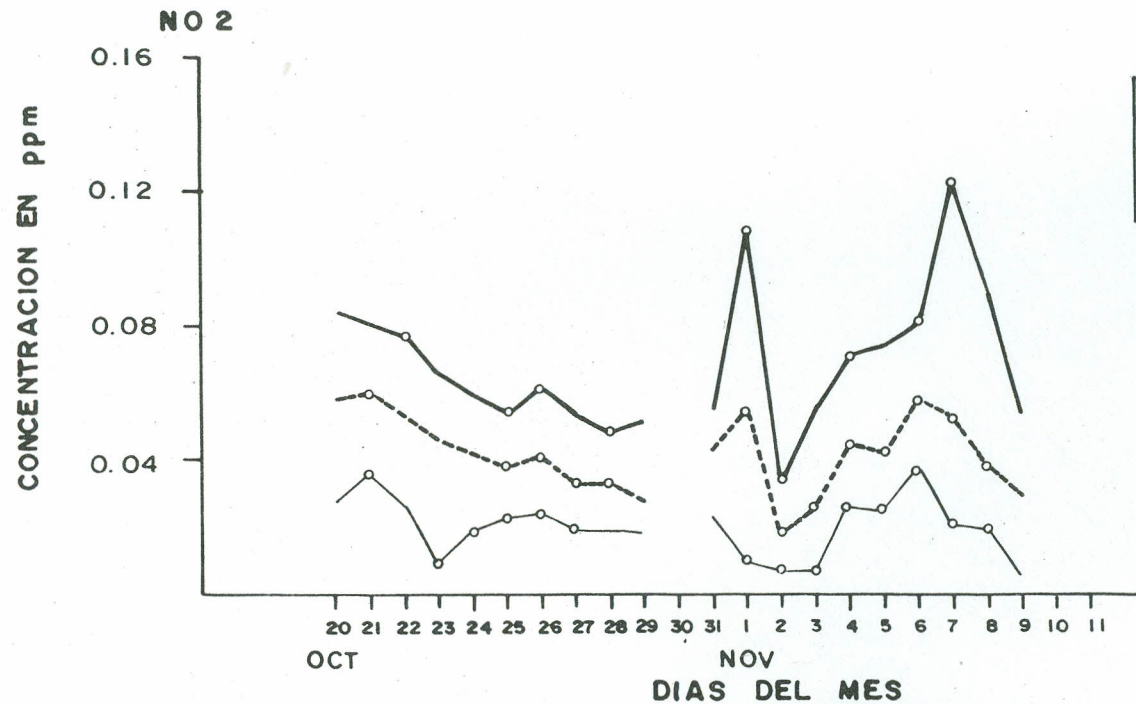


O3 = OZONO
 ppm = PARTES POR MILLON

- PROMEDIO DIARIO
- PROMEDIO HORARIO MAXIMO REPORTADO
- PROMEDIO HORARIO MINIMO REPORTADO

ESTACION UBICADA EN EL ESTADIO UNIVERSITARIO, LADO ORIENTE

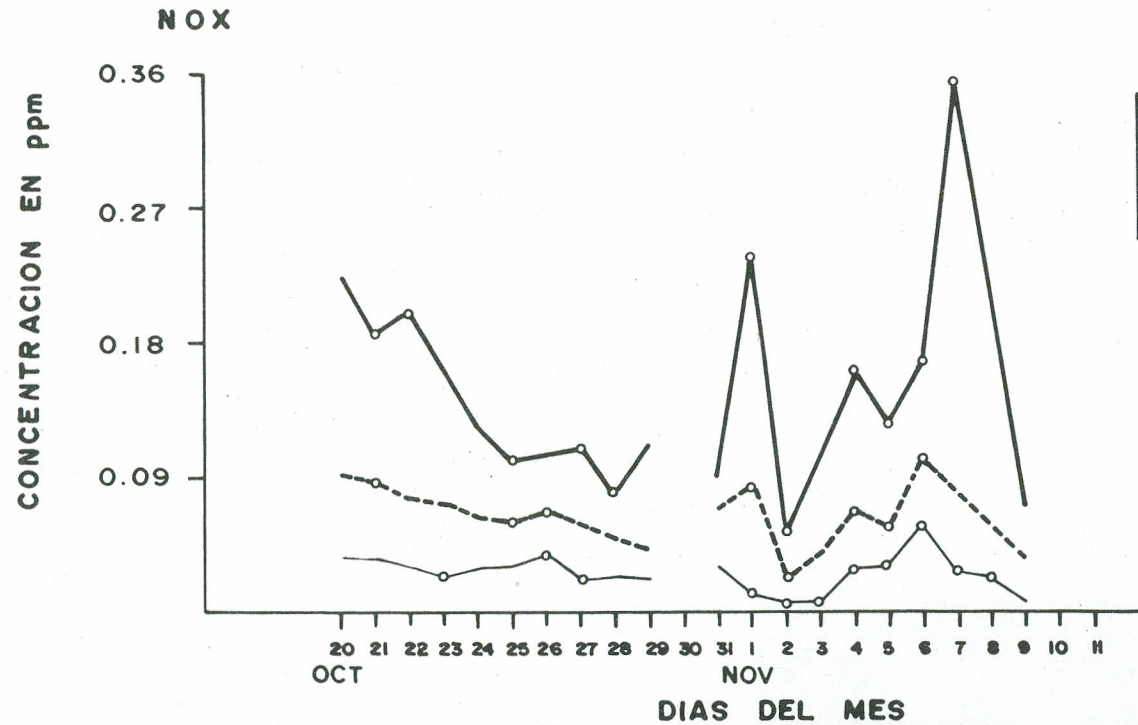
VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIOS DE DIOXIDO DE NITROGENO
 PARA EL PERIODO DEL 20 DE OCTUBRE AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1989



- PROMEDIO DIARIO
- PROMEDIO HORARIO MAXIMO REPORTADO
- PROMEDIO HORARIO MINIMO REPORTADO

ESTACION UBICADA EN EL ESTADIO UNIVERSITARIO, LADO ORIENTE

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIOS DE OXIDOS DE NITROGENO
 PARA EL PERIODO DEL 20 DE OCTUBRE AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1989



NOX = OXIDOS DE NITROGENO
 ppm = PARTES POR MILLON

- PROMEDIO DIARIO
- PROMEDIO HORARIO MAXIMO REPORTADO
- PROMEDIO HORARIO MINIMO REPORTADO

ESTACION UBICADA EN EL ESTADIO UNIVERSITARIO, LADO ORIENTE

Análisis efectuados a los filtros con muestra tomada en un muestreador de altos volúmenes (HI- VOL 2000 H)

Ubicación de la estación: ESTACIONAMIENTO ORIENTE DEL ESTADIO UNIVERSITARIO

Período de muestreo : 19 OCTUBRE 1989 AL 7 NOVIEMBRE 1989

FECHA DE MUESTREO	P. S. T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SULFATOS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NITRATOS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PLOMO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CALCIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	HIERRO $\mu\text{g}/\text{m}^3$
19 OCTUBRE 1989	140.3	12.5	8.6	0.73	18.96	11.68
21 OCTUBRE 1989	268.5	23.4	20.3	1.56	28.82	43.46
23 OCTUBRE 1989	322.3	20.2	13.8	0.78	26.16	49.46
25 OCTUBRE 1989	342.1	22.8	3.3	0.79	21.50	79.57
27 OCTUBRE 1989	301.9	34.4	2.9	0.85	23.43	59.77
31 OCTUBRE 1989	168.0	14.1	12.6	1.24	16.73	21.92
2 NOVIEMBRE 1989	147.4	15.7	12.7	0.65	17.53	12.46
4 NOVIEMBRE 1989	323.4	32.2	41.6	2.38	36.49	24.39
7 NOVIEMBRE 1989	357.8	40.6	39.5	1.84	40.79	21.34

P. S. T. = PARTICULAS TOTALES SUSPENDIDAS
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgramos / metro cúbico.

Análisis efectuados a los filtros con muestra tomada en un muestreador de altos volúmenes (HI-VOL 2000H)

Ubicación de la estación: ESTACIONAMIENTO ORIENTE DEL ESTADIO UNIVERSITARIO

Período de muestreo: 19 DE OCTUBRE DE 1989 AL 7 DE NOVIEMBRE 1989

FECHA DE MUESTREO	P. S. T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RESULTADOS EXPRESADOS EN % DEL TOTAL DE MUESTRA				
		SULFATOS	NITRATOS	PLOMO	CALCIO	HIERRO
19 DE OCTUBRE 89	140.3	8.91	6.13	0.52	13.51	8.32
21 DE OCTUBRE 89	268.5	8.71	7.56	0.58	10.73	16.19
23 DE OCTUBRE 89	322.3	6.27	4.28	0.24	8.12	15.34
25 DE OCTUBRE 89	342.1	6.66	0.96	0.23	6.28	23.26
27 DE OCTUBRE 89	301.9	11.39	0.96	0.28	7.76	19.79
31 DE OCTUBRE 89	168.0	8.39	7.50	0.73	9.96	13.05
2 NOVIEMBRE 1989	147.4	10.65	8.62	0.44	11.89	8.45
4 NOVIEMBRE 1989	323.4	9.96	12.86	0.74	11.28	7.54
7 NOVIEMBRE 1989	357.8	11.35	11.04	0.51	11.40	5.96

P. S. T. = PARTICULAS TOTALES SUSPENDIDAS
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgramos/metro cúbico.

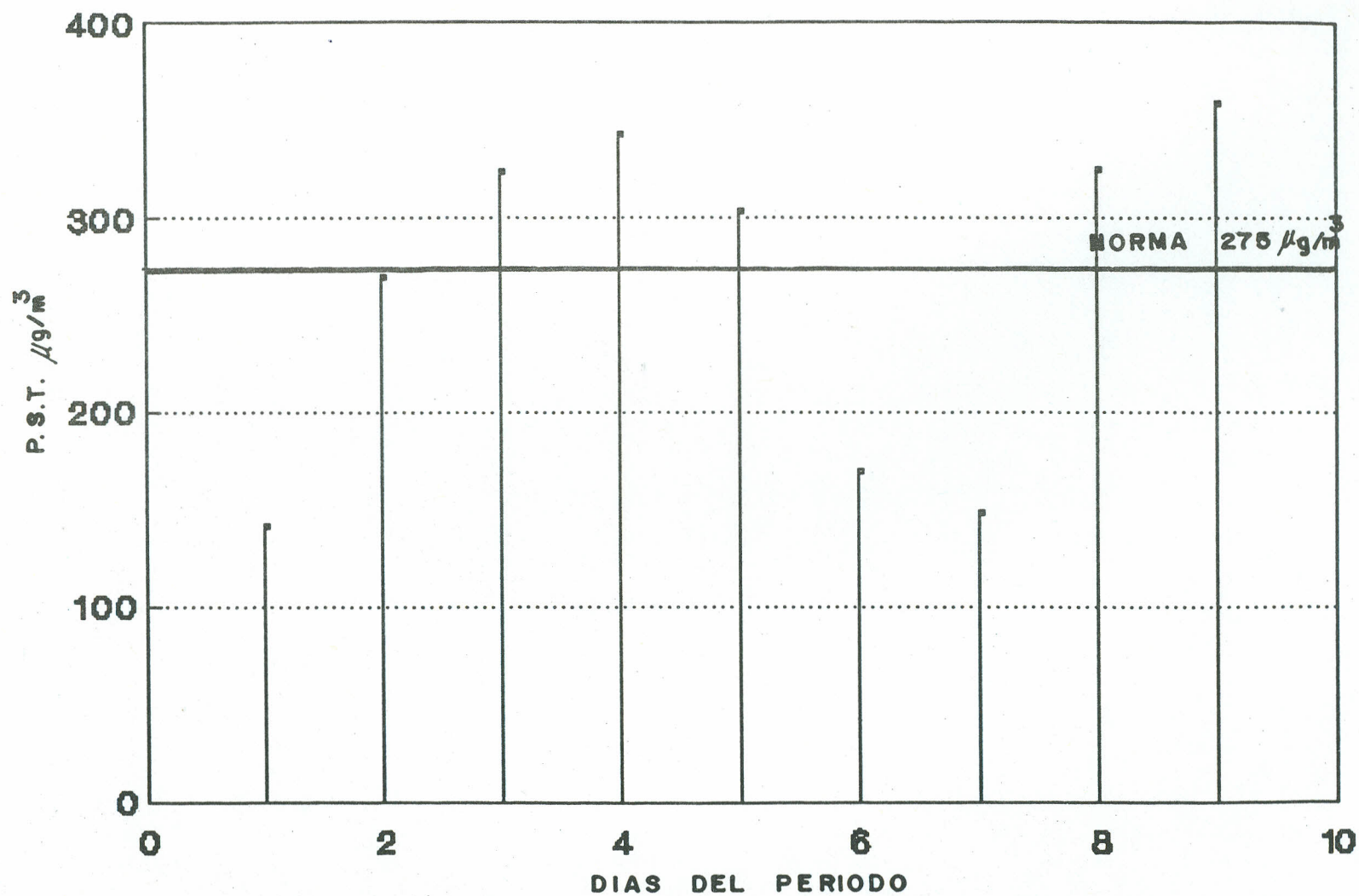
Análisis de la información obtenida en el estudio preliminar de contaminación atmosférica en el área del Estadio Universitario.

Período de Muestreo: 19 DE OCTUBRE DE 1989 AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1989

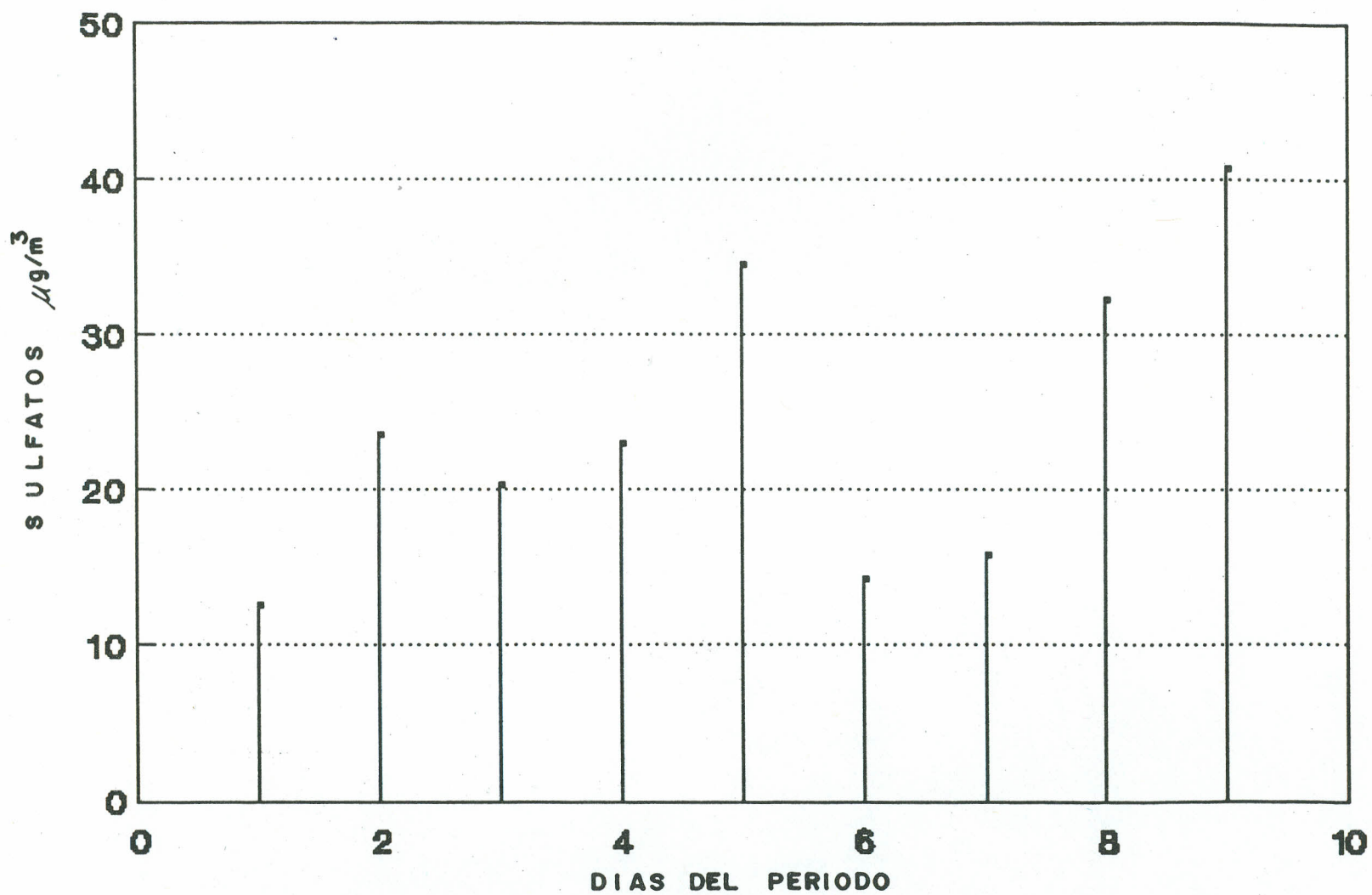
PARAMETRO CONSIDERADO	No. de MUESTRAS	VALOR PROMEDIO	VALOR MAXIMO	No. DE VECES QUE EXCEDE LA NORMA
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES	9	263.52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	357.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5
SULFATOS	9	23.98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
NITRATOS	9	17.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
PLOMO	9	1.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
CALCIO	9	25.60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40.79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
HIERRO	9	36.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	79.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-

$\mu\text{gm} / \text{m}^3$ = microgramos por metro cúbico.

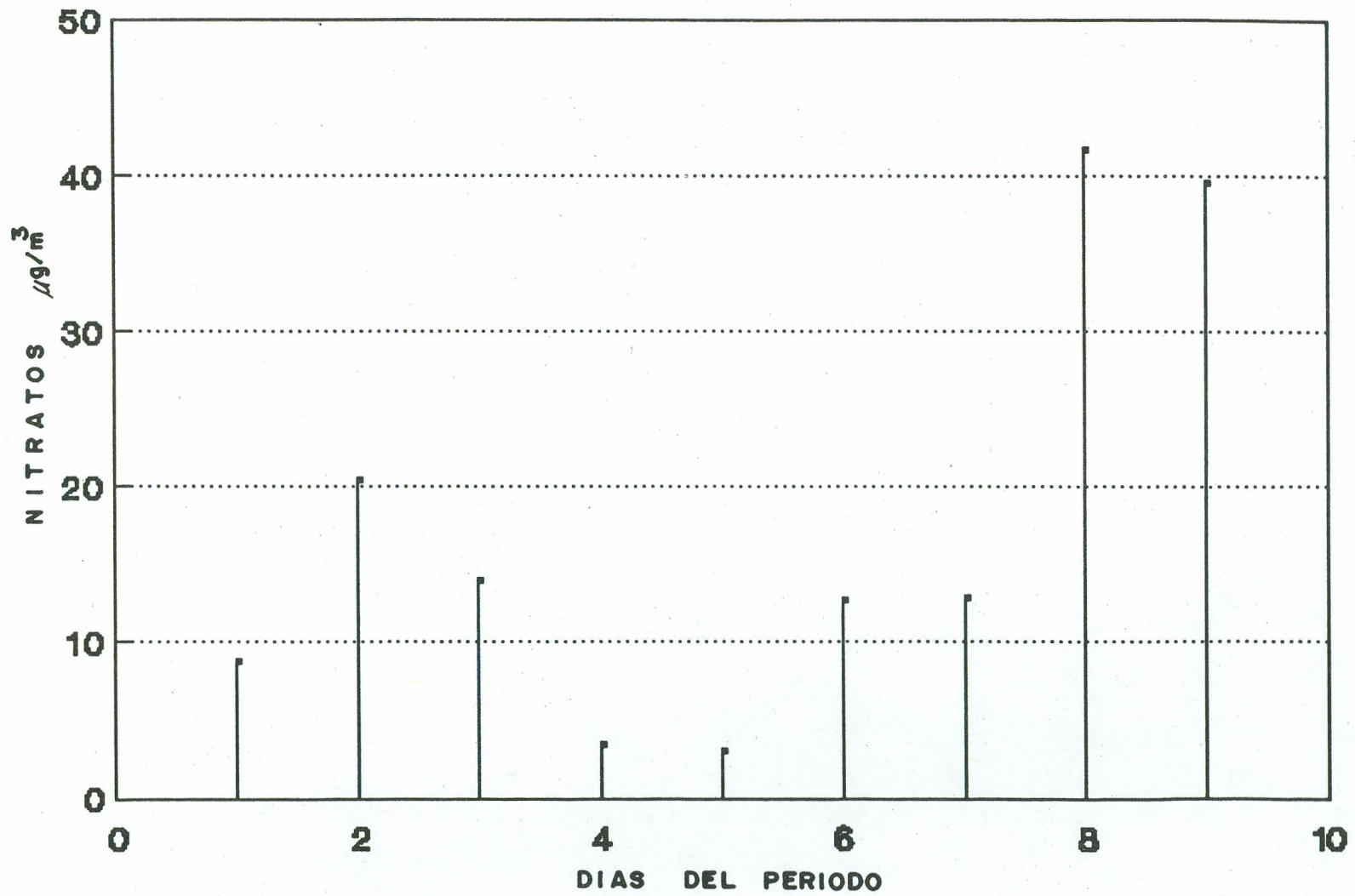
* La Norma para Partículas Suspensas Totales = 275 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



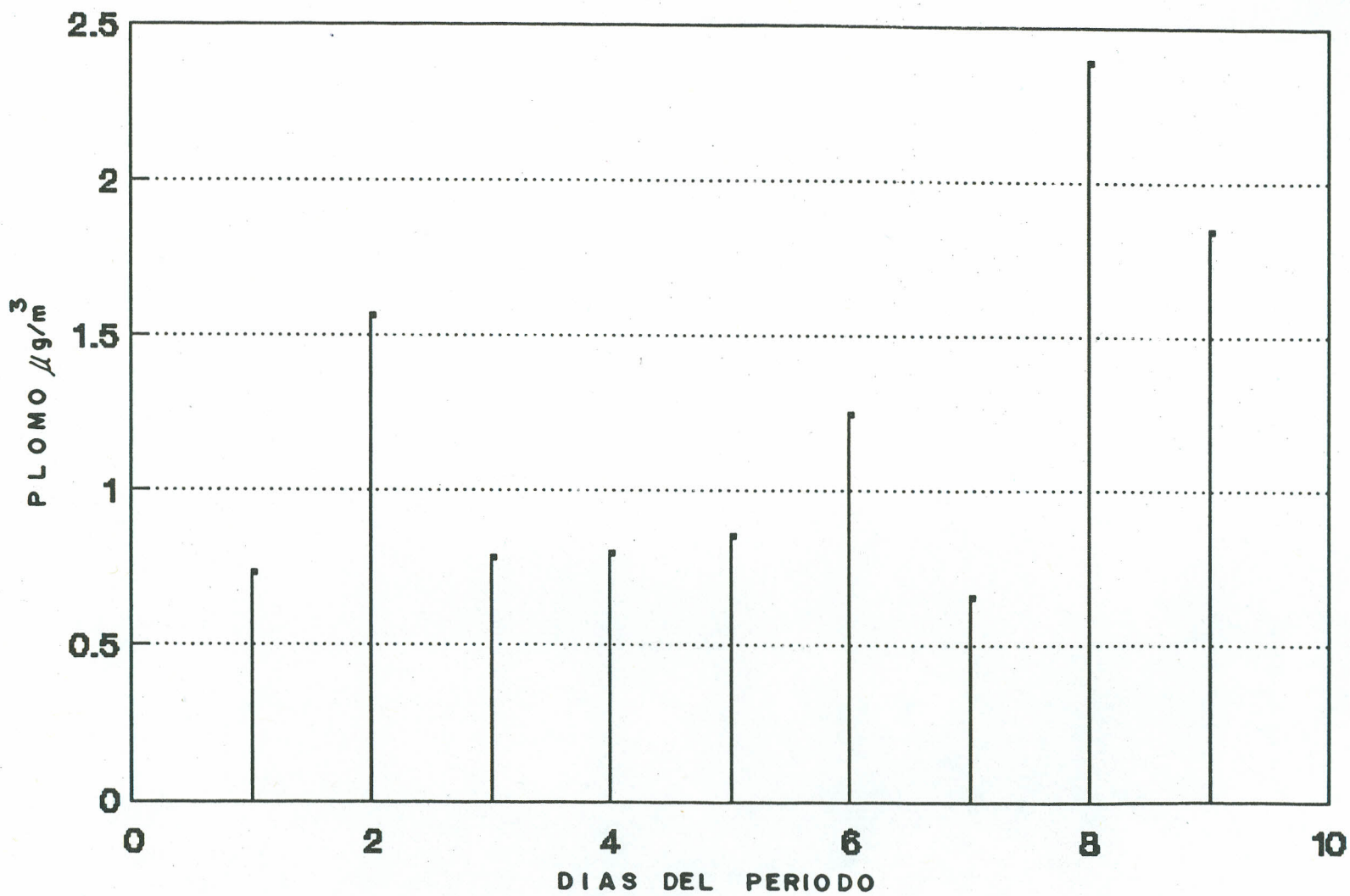
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 19 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1989



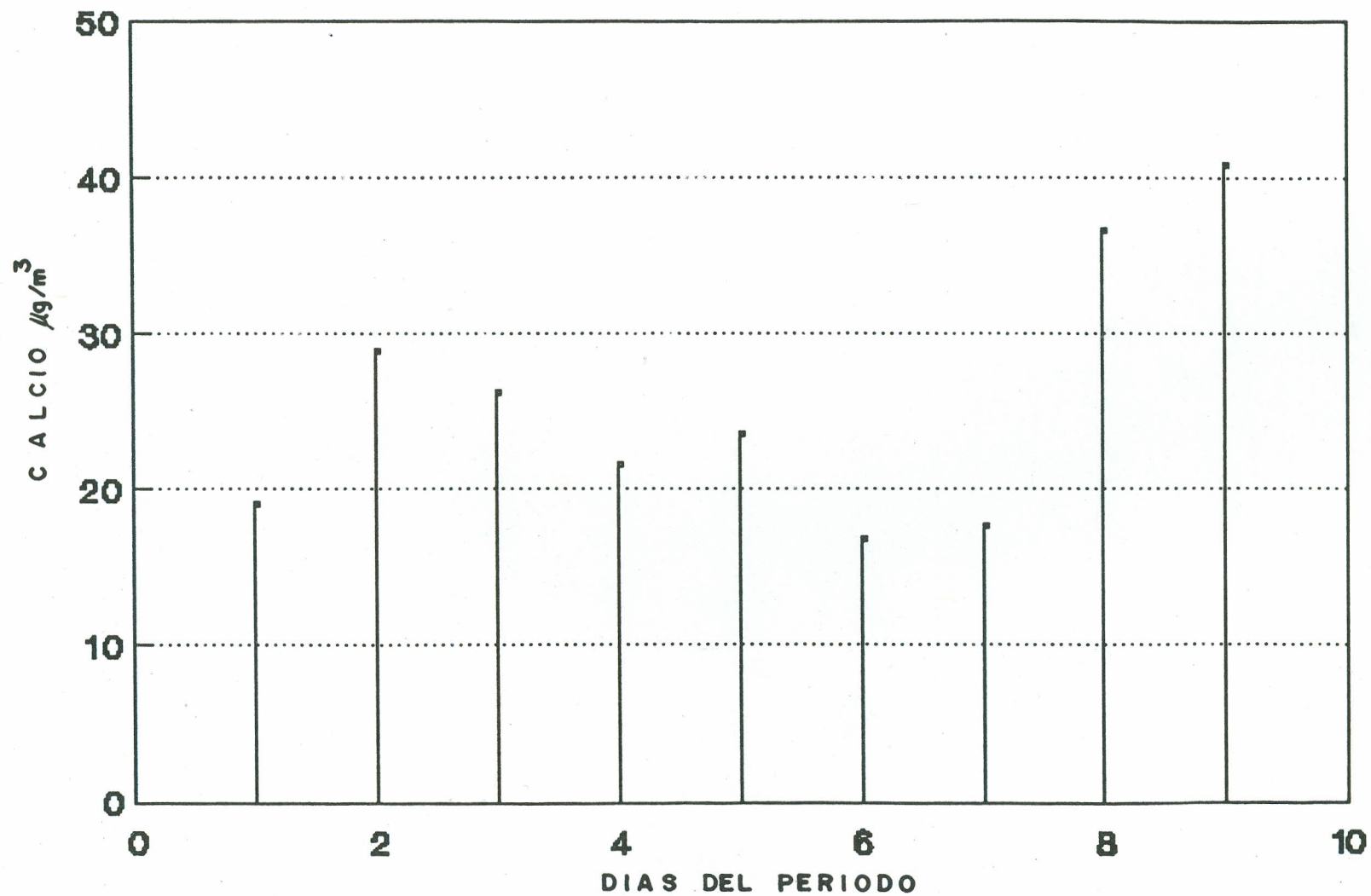
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE SULFATOS CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 19 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1969



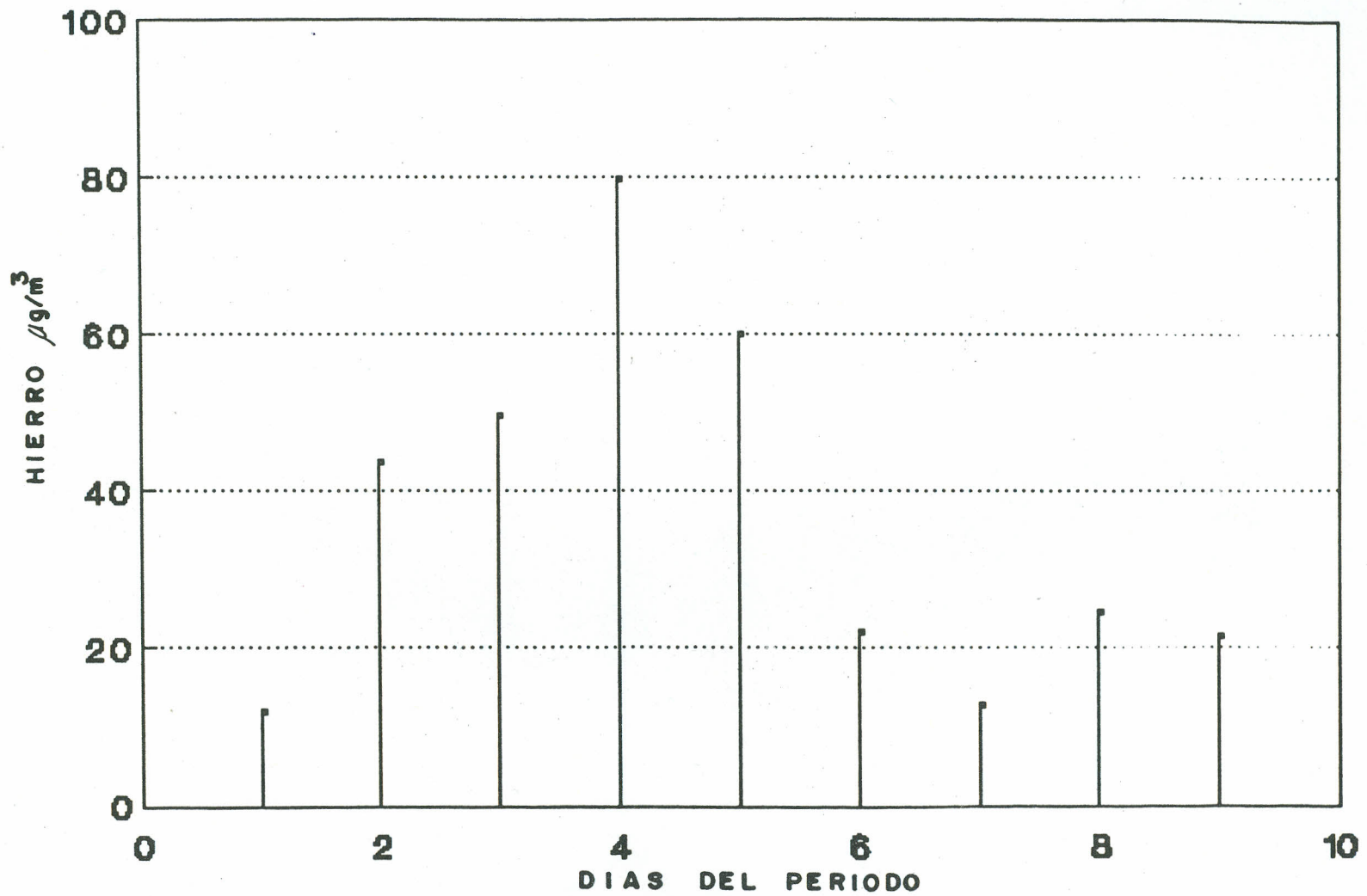
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE NITRATOS CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 19 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1989



GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE PLOMO CORRESPONDIENTE
AL PERIODO DEL 19 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1989



GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE CALCIO CORRESPONDIENTE
AL PERIODO DEL 19 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1989



GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE HIERRO CORRESPONDIENTE
AL PERIODO DEL 19 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1969

Análisis efectuados a los filtros con muestra tomada en un muestreador de altos volúmenes (HI-VOL 2000H)

Ubicación de la estación: ESTACIONAMIENTO ORIENTE DEL ESTADIO UNIVERSITARIO

Período de muestreo: 27 DE JULIO DE 1990 AL 14 DE OCTUBRE DE 1990

FECHA DE MUESTREO	P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SULFATOS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NITRATOS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PLOMO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CALCIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NIERRO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ALUMINIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BORO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BARIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	COBRE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MAGNESIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MANGANESO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NIQUEL $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SILICIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ZINC $\mu\text{g}/\text{m}^3$
27 JULIO 1990	256.3	9.4	4.0	0.834	16.259	31.142	6.373	7.798	14.707	0.094	0.614	0.318	0.061	2.587	15.646
29 JULIO 1990	273.9	24.3	14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31 JULIO 1990	245.0	32.0	0.0	1.435	17.477	12.992	2.688	4.811	9.234	0.133	0.119	0.119	0.057	0.383	10.503
1o. AGOSTO 1990	184.8	17.0	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 AGOSTO 1990	133.8	18.3	8.0	1.083	7.991	9.153	2.333	5.057	10.238	0.123	n.d	0.062	0.033	0.833	9.556
5 AGOSTO 1990	424.3	20.7	12.0	0.796	14.114	114.804	2.751	4.293	8.260	0.187	1.061	0.412	0.090	1.137	8.497
6 AGOSTO 1990	251.6	19.3	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7 AGOSTO 1990	152.3	22.9	24.0	0.728	10.670	7.371	5.851	7.995	15.398	0.125	0.011	0.097	0.036	1.103	11.120
8 AGOSTO 1990	292.5	16.5	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 AGOSTO 1990	173.6	12.6	9.0	1.052	9.514	26.091	2.331	4.838	9.598	0.162	0.019	0.176	0.042	0.150	8.517
13 AGOSTO 1990	172.3	19.4	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 AGOSTO 1990	258.7	23.8	6.0	1.117	14.904	34.646	3.530	6.334	11.356	0.134	0.907	0.313	0.051	n.d	12.438
15 AGOSTO 1990	364.4	26.6	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 AGOSTO 1990	386.5	20.3	7.0	1.005	16.688	120.48	1.731	3.257	6.221	0.169	0.979	0.484	0.075	n.d	13.797
17 AGOSTO 1990	270.2	15.4	17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 AGOSTO 1990	265.7	17.8	23.0	0.976	15.912	40.969	5.370	7.327	13.976	0.154	0.892	0.429	0.058	1.441	11.213
19 AGOSTO 1990	270.7	13.0	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 AGOSTO 1990	354.9	16.6	7.8	0.985	15.543	39.517	3.725	2.470	5.442	0.154	0.606	0.411	0.068	2.766	15.007
21 AGOSTO 1990	410.3	19.2	6.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22 AGOSTO 1990	271.1	8.1	3.6	1.006	13.133	32.268	6.632	7.812	14.858	0.135	0.586	0.251	0.056	2.934	13.163
23 AGOSTO 1990	284.9	15.9	9.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24 AGOSTO 1990	322.4	13.8	14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P.S.T. : PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES.
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgramos/metro cúbico.
 n.d= no detectable

Análisis efectuados a los filtros con muestra tomada en un muestreador de altos volúmenes (HI-VOL 2000H)

Ubicación de la estación: ESTACIONAMIENTO ORIENTE DEL ESTADIO UNIVERSITARIO

Período de muestreo: 27 DE JULIO DE 1990 AL 14 DE OCTUBRE DE 1990

FECHA DE MUESTREO	P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SULFATOS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NITRATOS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PLOMO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CALCIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	HIERRO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ALUMINIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BORO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BARIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	COBRE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MAGNESIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MANGANESO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NIQUEL $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SILICIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ZINC $\mu\text{g}/\text{m}^3$
25 AGOSTO 1990	359.3	17.5	14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26 AGOSTO 1990	246.8	14.6	10.0	1.269	11.191	38.011	3.275	5.464	10.651	0.151	0.506	0.203	0.064	1.821	10.777
27 AGOSTO 1990	314.3	15.3	11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28 AGOSTO 1990	272.2	19.0	28.0	2.570	22.041	21.052	4.033	4.917	9.904	0.142	0.815	0.180	0.048	2.687	11.132
29 AGOSTO 1990	234.9	21.9	23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30 AGOSTO 1990	206.4	16.0	20.0	1.851	12.107	6.820	3.399	6.192	11.863	0.114	1.929	0.087	0.029	0.537	14.972
1o SEPTIEMBRE 90	381.2	13.6	9.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 SEPTIEMBRE 90	495.4	16.7	4.4	1.758	21.097	112.263	10.145	12.470	21.984	0.133	1.370	0.524	0.094	1.004	24.303
4 SEPTIEMBRE 90	141.0	8.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 SEPTIEMBRE 90	306.1	18.5	8.4	2.055	20.955	23.966	10.561	13.717	38.968	0.117	0.386	0.219	0.068	2.953	22.329
6 SEPTIEMBRE 90	210.3	17.2	21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7 SEPTIEMBRE 90	286.7	25.5	35.0	2.042	22.057	10.739	2.409	6.044	11.601	0.104	n.d	0.096	0.051	n.d	10.511
8 SEPTIEMBRE 90	184.3	13.8	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 SEPTIEMBRE 90	260.4	12.9	5.0	1.414	14.051	26.985	3.815	7.507	14.980	0.103	n.d	0.142	0.049	0.570	18.181
10 SEPTIEMBRE 90	138.0	6.1	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11 SEPTIEMBRE 90	159.1	26.9	26.0	2.426	11.093	6.646	5.749	1.085	21.200	0.116	n.d	0.064	0.037	2.535	15.471
12 SEPTIEMBRE 90	99.7	20.6	24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13 SEPTIEMBRE 90	329.1	38.0	62.0	1.185	30.158	6.895	8.096	15.152	26.263	0.118	n.d	0.091	0.113	0.412	18.438
14 SEPTIEMBRE 90	158.3	13.3	21.0	1.301	12.542	5.438	3.750	6.405	12.112	0.145	n.d	0.066	0.027	1.123	9.695
15 SEPTIEMBRE 90	256.2	29.9	17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 SEPTIEMBRE 90	167.1	20.8	6.0	0.627	10.781	22.461	4.814	8.453	14.797	0.138	0.841	0.138	0.046	2.115	10.080
17 SEPTIEMBRE 90	519.3	20.9	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P.S.T. = PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES.
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgramos/metro cúbico.
 n.d: no detectable

Análisis efectuados a los filtros con muestra tomada en un muestreador de altos volúmenes (HI-VOL 2000H)

Ubicación de la estación: ESTACIONAMIENTO ORIENTE DEL ESTADIO UNIVERSITARIO

Período de muestreo: 27 DE JULIO DE 1990 AL 14 DE OCTUBRE DE 1990

FECHA DE MUESTREO	P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SULFATOS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NITRATOS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PLOMO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CALCIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	HIERRO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ALUMINIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BORO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BARIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	COBRE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MAGNESIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MANGANESO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NIOBEL $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SILICIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ZINC $\mu\text{g}/\text{m}^3$
18 SEPTIEMBRE 90	325.6	19.0	1.0	0.693	14.155	41.330	4.087	6.117	10.853	0.154	0.741	0.289	0.057	n.d	16.794
19 SEPTIEMBRE 90	521.9	29.4	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 SEPTIEMBRE 90	460.4	23.0	2.0	0.913	16.213	99.556	6.213	8.088	14.210	0.190	1.520	0.486	0.078	1.577	19.655
21 SEPTIEMBRE 90	576.2	39.5	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22 SEPTIEMBRE 90	195.6	9.0	0.3	0.956	9.459	14.481	1.945	5.058	9.120	0.178	n.d	0.092	0.029	n.d	19.979
23 SEPTIEMBRE 90	149.5	21.9	17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 SEPTIEMBRE 90	435.5	29.3	68.0	1.922	32.384	40.113	3.493	7.815	14.032	0.163	0.519	0.259	0.068	n.d	16.774
26 SEPTIEMBRE 90	230.3	19.6	37.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27 SEPTIEMBRE 90	398.3	38.1	14.0	1.185	20.745	37.173	6.805	10.801	20.439	0.118	0.480	0.218	0.113	1.328	20.261
28 SEPTIEMBRE 90	270.5	20.7	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30 SEPTIEMBRE 90	241.4	16.5	4.0	0.881	10.635	35.270	2.543	4.776	9.271	0.123	0.295	0.190	0.048	0.547	13.931
2 OCTUBRE 1990	377.2	17.6	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 OCTUBRE 1990	94.7	8.1	19.0	0.776	8.849	2.591	3.825	6.917	13.067	0.089	n.d	0.031	0.016	1.538	7.875
6 OCTUBRE 1990	275.2	32.9	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 OCTUBRE 1990	192.6	16.6	4.0	0.931	12.322	18.263	3.066	5.887	11.028	0.109	0.217	0.141	0.035	0.408	10.651
10 OCTUBRE 1990	147.4	6.3	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 OCTUBRE 1990	314.8	13.6	32.0	1.141	27.168	23.209	5.869	7.886	13.993	0.121	0.614	0.225	0.057	1.125	14.070
14 OCTUBRE 1990	217.0	26.6	33.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P.S.T. = PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES.
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgramos/metro cúbico.
 n.d = no detectable

Análisis de la información obtenida en el estudio preliminar de contaminación atmosférica en el área del Estadio Universitario.

Período de Muestreo: 27 DE JULIO DE 1990 AL 14 DE OCTUBRE DE 1990

PARAMETRO CONSIDERADO	No. de MUESTRAS	VALOR PROMEDIO	VALOR MAXIMO	No. DE VECES QUE EXCEDE LA NORMA
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES	62	278.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	576.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25
SULFATOS	62	19.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
NITRATOS	62	14.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	68.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
PLOMO	31	1.242 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
CALCIO	31	16.076 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	32.384 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
HIERRO	31	34.303 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	120.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
ALUMINIO	31	4.533 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10.561 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
BORO	31	6.873 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.152 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
BARIO	31	13.799 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	38.968 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
COBRE	31	0.135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
MAGNESIO	31	0.515 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.929 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
MANGANESO	31	0.219 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.524 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
NIQUEL	31	0.056 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
SILICIO	31	1.123 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.953 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
ZINC	31	14.134 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24.303 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ microgramos por metro cúbico.

* La Norma para Partículas Suspensas Totales = 275 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Análisis efectuados a los filtros con muestra tomada en un muestreador de altos volúmenes (HI-VOL 2000 H)

Ubicación de la estación: ESTACIONAMIENTO ORIENTE DEL ESTADIO UNIVERSITARIO

Período de muestreo: DEL 27 DE JULIO DE 1990 AL 14 DE OCTUBRE DE 1990

FECHA DE MUESTREO	P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RESULTADOS EXPRESADOS EN % DEL TOTAL DE MUESTRA :													
		SULFATOS	NITRATOS	PLOMO	CALCIO	HIERRO	ALUMINIO	BORO	BARIO	COBRE	MAGNESIO	MANGANESO	NIQUEL	SILICIO	ZINC
27 JULIO DE 1990	256.3	3.67	1.56	0.32	6.34	12.15	2.48	3.04	5.74	0.04	0.24	0.12	0.02	1.00	6.10
29 JULIO DE 1990	273.9	8.87	5.11												
31 JULIO DE 1990	245.0	13.06	0.00	0.58	7.13	5.30	1.09	1.96	3.77	0.05	0.05	0.05	0.02	0.15	4.29
1o AGOSTO DE 1990	184.8	9.20	5.41												
2 AGOSTO DE 1990	133.8	13.68	5.97	0.81	5.97	6.84	1.74	3.78	7.65	0.09	0.00	0.05	0.02	0.62	7.14
5 AGOSTO DE 1990	424.3	4.88	2.83	0.19	3.33	27.06	0.65	1.011	1.95	0.04	0.25	0.10	0.02	0.27	2.00
6 AGOSTO DE 1990	251.6	7.67	1.19												
7 AGOSTO DE 1990	152.3	15.04	15.76	0.48	7.00	4.84	3.84	5.25	10.11	0.08	0.01	0.06	0.02	0.72	7.30
8 AGOSTO DE 1990	292.5	5.64	3.42												
12 AGOSTO DE 1990	173.6	7.26	5.18	0.60	5.48	15.03	1.34	2.79	5.53	0.09	0.01	0.10	0.02	0.08	4.90
13 AGOSTO DE 1990	172.3	11.25	2.32												
14 AGOSTO DE 1990	258.7	9.20	2.32	0.43	5.76	13.39	1.36	2.45	4.39	0.05	0.35	0.12	0.02	0.00	4.81
15 AGOSTO DE 1990	364.4	7.30	1.92												
16 AGOSTO DE 1990	386.5	5.25	1.81	0.26	4.32	31.17	0.45	0.84	1.61	0.04	0.25	0.12	0.02	0.00	3.57
17 AGOSTO DE 1990	270.2	5.70	6.29												
18 AGOSTO DE 1990	265.7	6.70	8.66	0.37	5.98	15.42	2.02	2.76	5.26	0.06	0.33	0.16	0.02	0.54	4.22
19 AGOSTO DE 1990	270.7	4.80	7.39												
20 AGOSTO DE 1990	354.9	4.68	2.19	0.28	4.38	11.13	1.05	0.69	1.53	0.04	0.17	0.11	0.02	0.78	4.23
21 AGOSTO DE 1990	410.3	4.68	1.53												
22 AGOSTO DE 1990	271.1	2.99	1.33	0.37	4.84	11.90	2.45	2.88	5.48	0.05	0.22	0.09	0.02	1.08	4.85
23 AGOSTO DE 1990	284.9	5.58	3.19												
24 AGOSTO DE 1990	322.4	4.28	4.34												

P.S.T. : PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES.
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgramos/metro cúbico.

Análisis efectuados a los filtros con muestra tomada en un muestreador de altos volúmenes (HI-VOL 2000 H)

Ubicación de la estación: ESTACIONAMIENTO ORIENTE DEL ESTADIO UNIVERSITARIO

Período de muestreo: 27 DE JULIO DE 1990 AL 14 DE OCTUBRE DE 1990

FECHA DE MUESTREO	P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RESULTADOS EXPRESADOS EN % DEL TOTAL DE MUESTRA :													
		SULFATOS	NITRATOS	PLOMO	CALCIO	HIERRO	ALUMNIO	BORO	BARIO	COBRE	MAGNESIO	MANGANESO	NIQUEL	SILICIO	ZINC
25 AGOSTO DE 1990	359.3	4.87	3.90												
26 AGOSTO DE 1990	246.8	5.91	4.05	0.51	4.53	15.40	1.33	2.21	4.32	0.06	0.20	0.08	0.02	0.74	4.37
27 AGOSTO DE 1990	314.3	4.87	3.49												
28 AGOSTO DE 1990	272.2	6.98	10.29	0.94	8.09	7.73	1.48	1.80	3.64	0.05	0.30	0.07	0.02	0.98	4.09
29 AGOSTO DE 1990	234.9	9.32	9.79												
30 AGOSTO DE 1990	206.4	7.75	9.69	0.89	5.86	3.30	1.65	3.00	5.75	0.05	0.93	0.04	0.01	0.26	7.25
1o SEPTIEMBRE 90	381.2	3.57	2.36												
3 SEPTIEMBRE 90	495.4	3.37	0.89	0.35	4.26	22.66	2.05	2.52	4.43	0.03	0.27	0.10	0.02	0.20	4.90
4 SEPTIEMBRE 90	141.0	5.67	0.35												
5 SEPTIEMBRE 90	306.1	6.04	2.74	0.67	6.84	7.83	3.45	4.48	12.73	0.04	0.13	0.07	0.02	0.96	7.29
6 SEPTIEMBRE 90	210.3	8.18	9.98												
7 SEPTIEMBRE 90	286.7	8.89	12.21	0.71	7.69	3.74	0.84	2.11	4.05	0.04	0.00	0.03	0.02	0.00	3.66
8 SEPTIEMBRE 90	184.3	7.49	2.06												
9 SEPTIEMBRE 90	260.4	4.95	1.92	0.54	5.39	10.36	1.46	2.88	5.75	0.04	0.00	0.05	0.02	0.22	6.98
10 SEPTIEMBRE 90	138.0	4.42	5.07												
11 SEPTIEMBRE 90	159.1	16.91	16.34	1.52	6.97	4.18	3.61	0.68	13.32	0.07	0.00	0.04	0.02	1.59	9.72
12 SEPTIEMBRE 90	99.7	20.66	24.07												
13 SEPTIEMBRE 90	329.1	11.35	18.84	0.36	9.16	2.09	2.46	4.60	7.98	0.03	0.00	0.03	0.03	0.12	5.60
14 SEPTIEMBRE 90	158.3	8.40	13.26	0.82	7.92	3.43	2.37	4.05	7.65	0.09	0.00	0.04	0.02	0.71	6.12
15 SEPTIEMBRE 90	256.2	11.67	6.63												
16 SEPTIEMBRE 90	167.1	12.45	3.59	0.37	6.45	13.44	2.88	5.06	8.85	0.08	0.50	0.08	0.03	1.26	6.03
17 SEPTIEMBRE 90	519.3	4.02	3.85												

P.S.T. = PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES.
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgramos/metro cúbico.

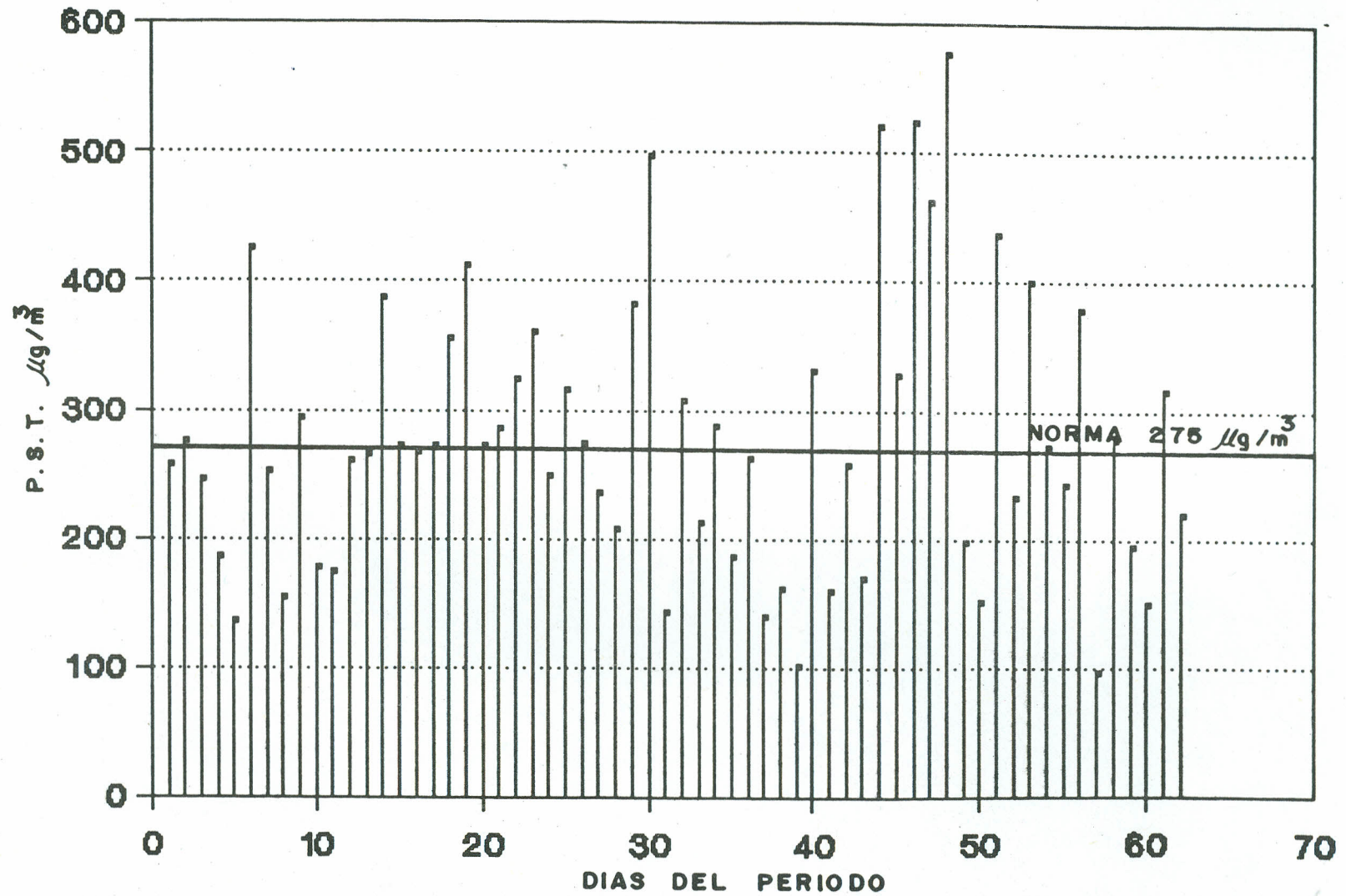
Análisis efectuados a los filtros con muestra tomada en un muestreador de altos volúmenes (HI-VOL 2000 H)

Ubicación de la estación: ESTACIONAMIENTO ORIENTE DEL ESTADIO UNIVERSITARIO

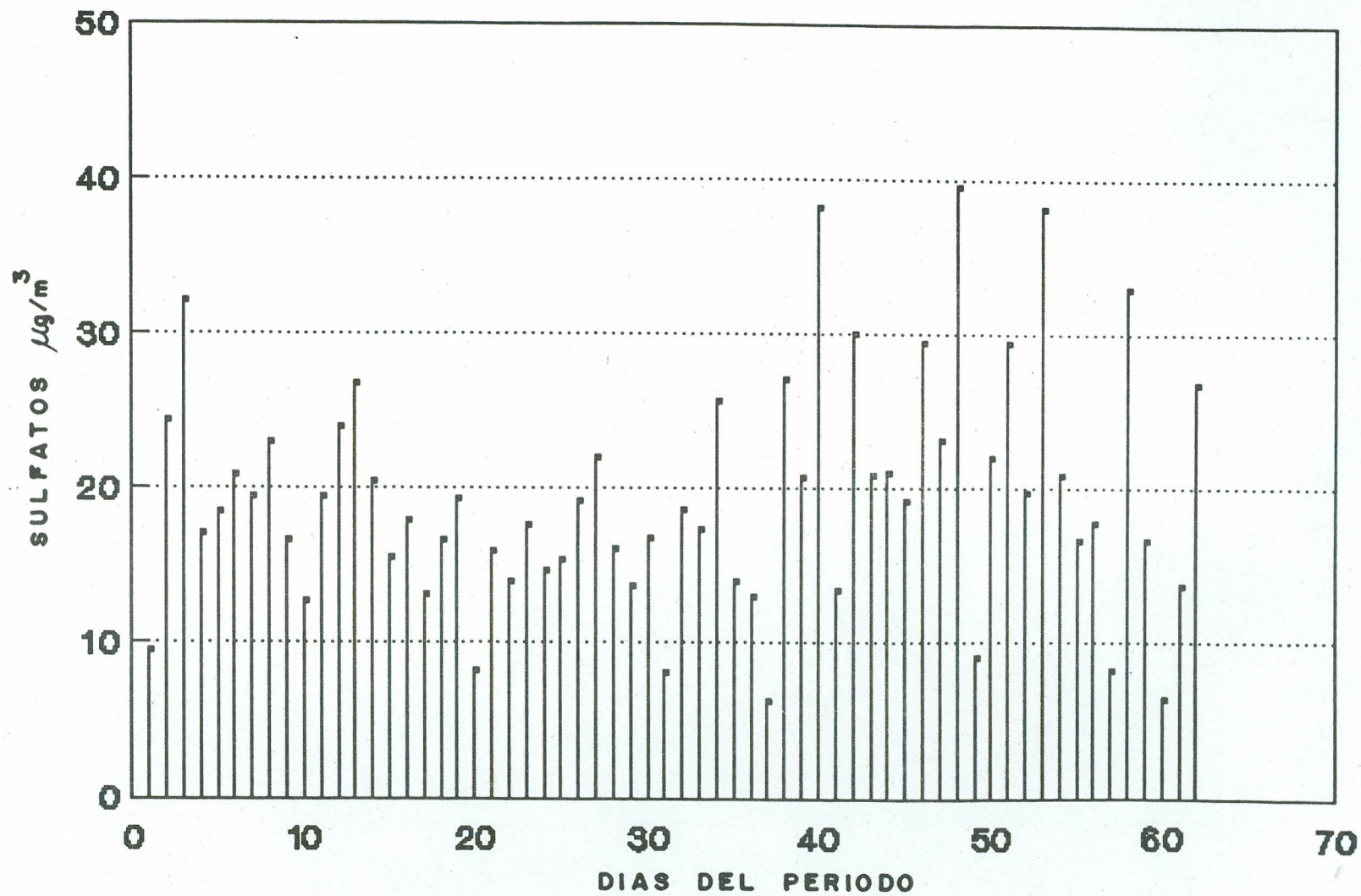
Período de muestreo: 27 DE JULIO DE 1990 AL 14 DE OCTUBRE DE 1990

FECHA DE MUESTREO	P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	RESULTADOS EXPRESADOS EN % DEL TOTAL DE MUESTRA :													
		SULFATOS	NITRATOS	PLOMO	CALCIO	HIERRO	ALUMNIO	ORO	BARIO	COBRE	MAGNESIO	MANGANESO	NIQUEL	SILICIO	ZINC
18 SEPTIEMBRE 90	325.6	5.83	0.31	0.21	4.35	12.69	1.25	1.88	3.33	0.05	0.23	0.09	0.02	0.00	5.15
19 SEPTIEMBRE 90	521.9	5.63	2.87												
20 SEPTIEMBRE 90	460.4	4.99	0.43	0.19	3.52	21.62	1.35	1.76	3.09	0.04	0.33	0.10	0.02	0.34	4.27
21 SEPTIEMBRE 90	576.2	6.85	0.52												
22 SEPTIEMBRE 90	195.6	4.60	0.15	0.49	4.83	7.40	0.99	2.58	4.66	0.09	0.00	0.05	0.01	0.00	10.21
23 SEPTIEMBRE 90	149.5	14.65	11.37												
25 SEPTIEMBRE 90	435.5	6.73	15.61	0.44	7.44	9.21	0.80	1.79	3.22	0.04	0.12	0.06	0.01	0.00	3.85
26 SEPTIEMBRE 90	230.3	8.51	16.07												
27 SEPTIEMBRE 90	398.3	9.56	3.51	0.29	5.21	9.33	1.71	2.71	5.13	0.03	0.12	0.05	0.03	0.33	5.08
28 SEPTIEMBRE 90	270.5	7.65	1.10												
30 SEPTIEMBRE 90	241.4	6.83	1.66	0.36	4.40	14.61	1.05	1.97	3.84	0.05	0.12	0.08	0.02	0.23	5.77
2 DE OCTUBRE 90	377.2	4.66	0.53												
4 DE OCTUBRE 90	94.7	8.55	20.06	0.82	9.34	2.74	4.04	7.30	13.80	0.09	0.00	0.03	0.02	1.62	8.31
6 DE OCTUBRE 90	275.2	11.95	2.54												
8 DE OCTUBRE 90	192.6	8.62	2.08	0.48	6.40	9.48	1.59	3.05	5.72	0.06	0.11	0.07	0.02	0.21	5.53
10 DE OCTUBRE 90	147.4	4.27	10.18												
12 DE OCTUBRE 90	314.8	4.32	10.16	0.36	8.63	7.37	1.86	2.50	4.44	0.04	0.19	0.07	0.02	0.36	4.47
14 DE OCTUBRE 90	217.0	12.26	15.21												

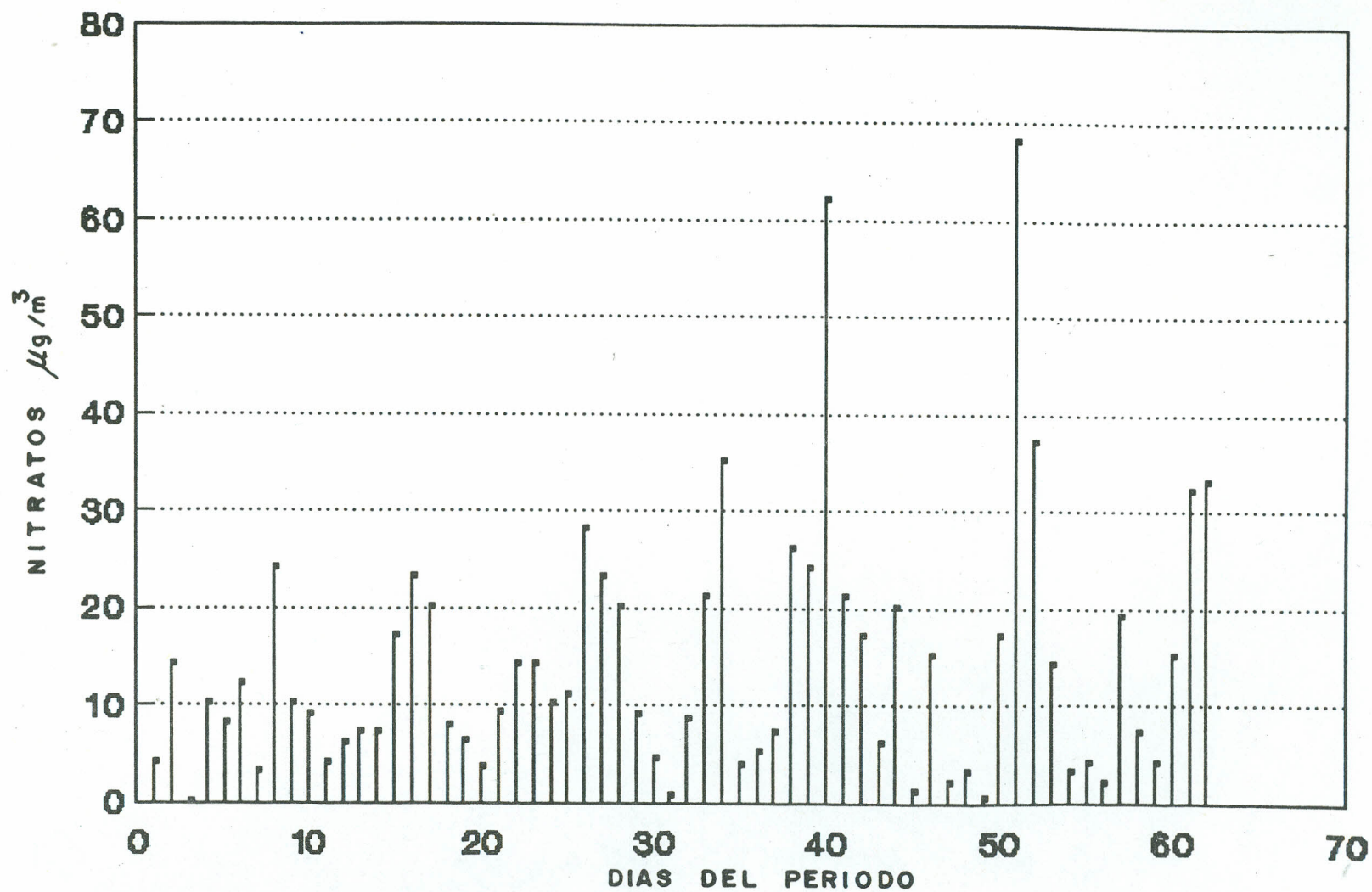
P.S.T.: PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES.
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ microgramos/metro cúbico.



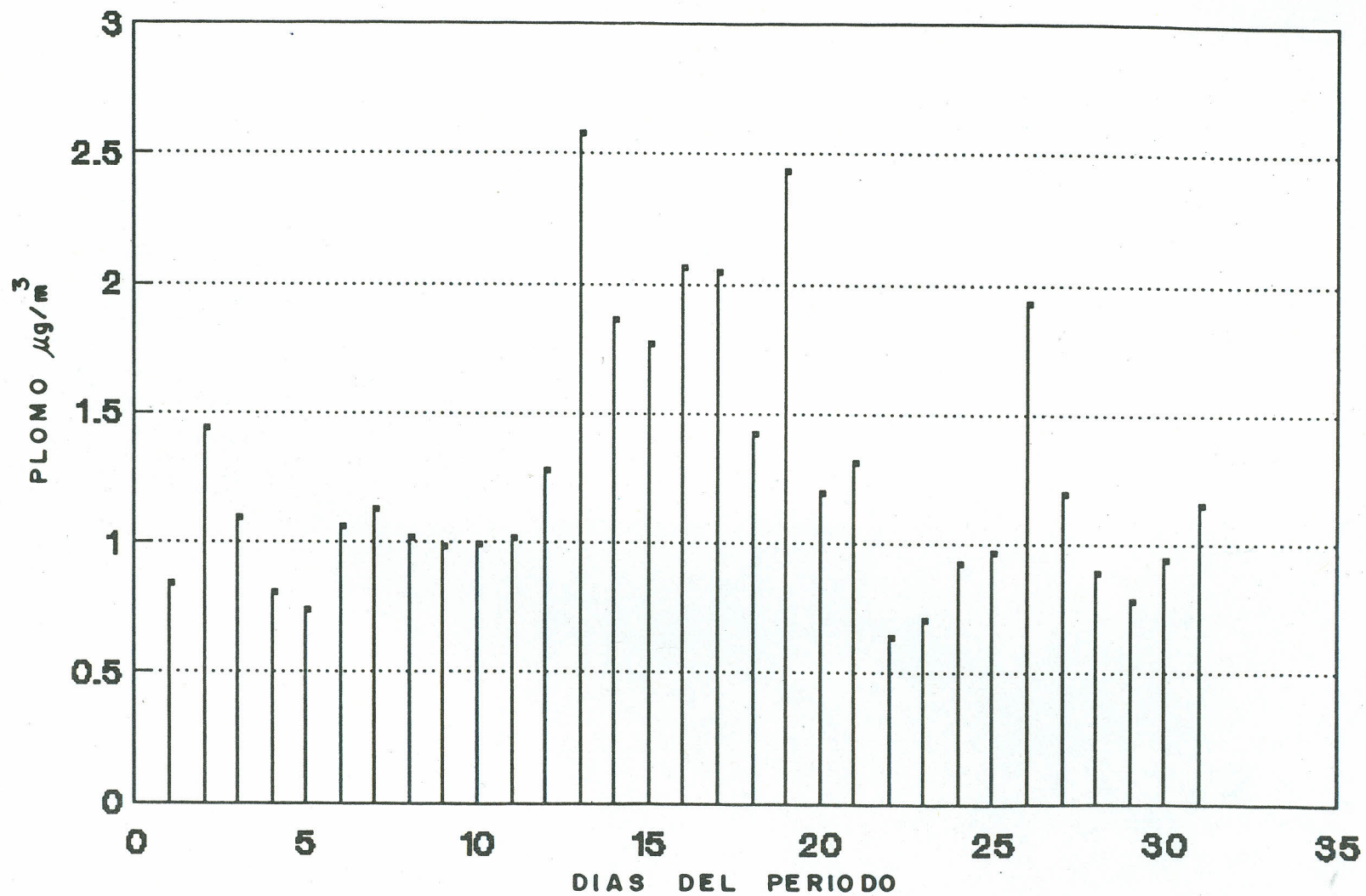
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES P.S.T. CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990



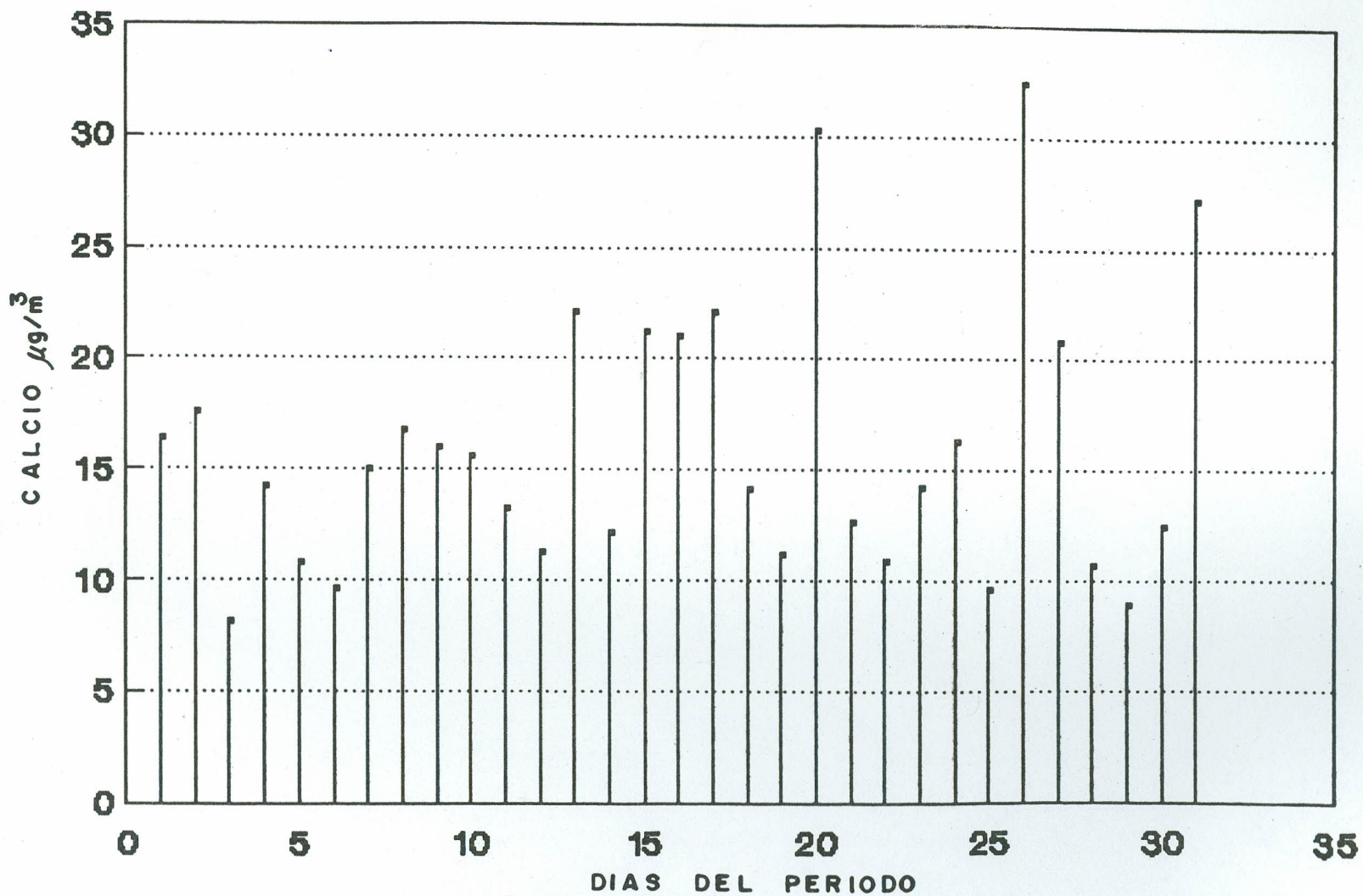
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE SULFATOS CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990



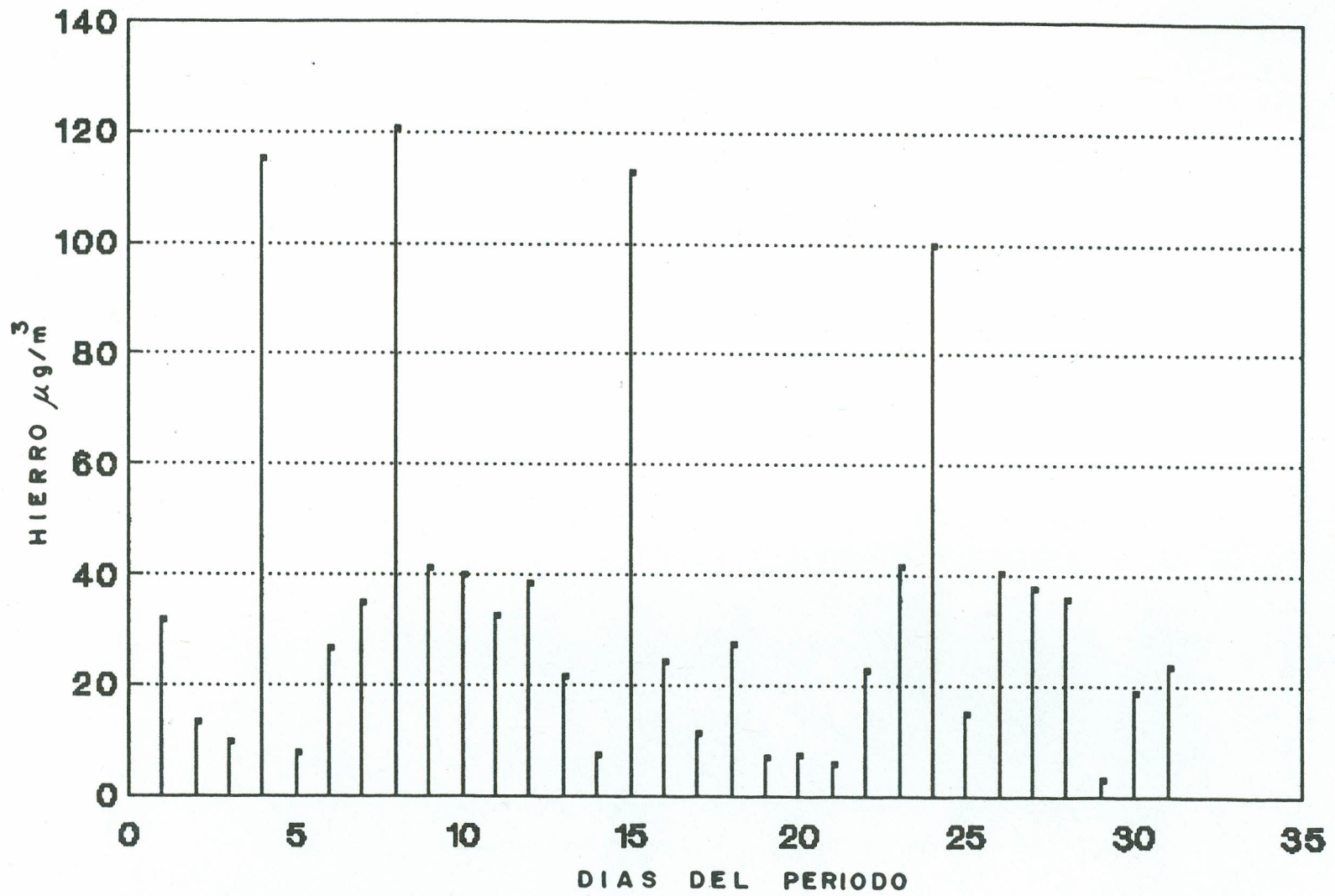
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE NITRATOS CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990



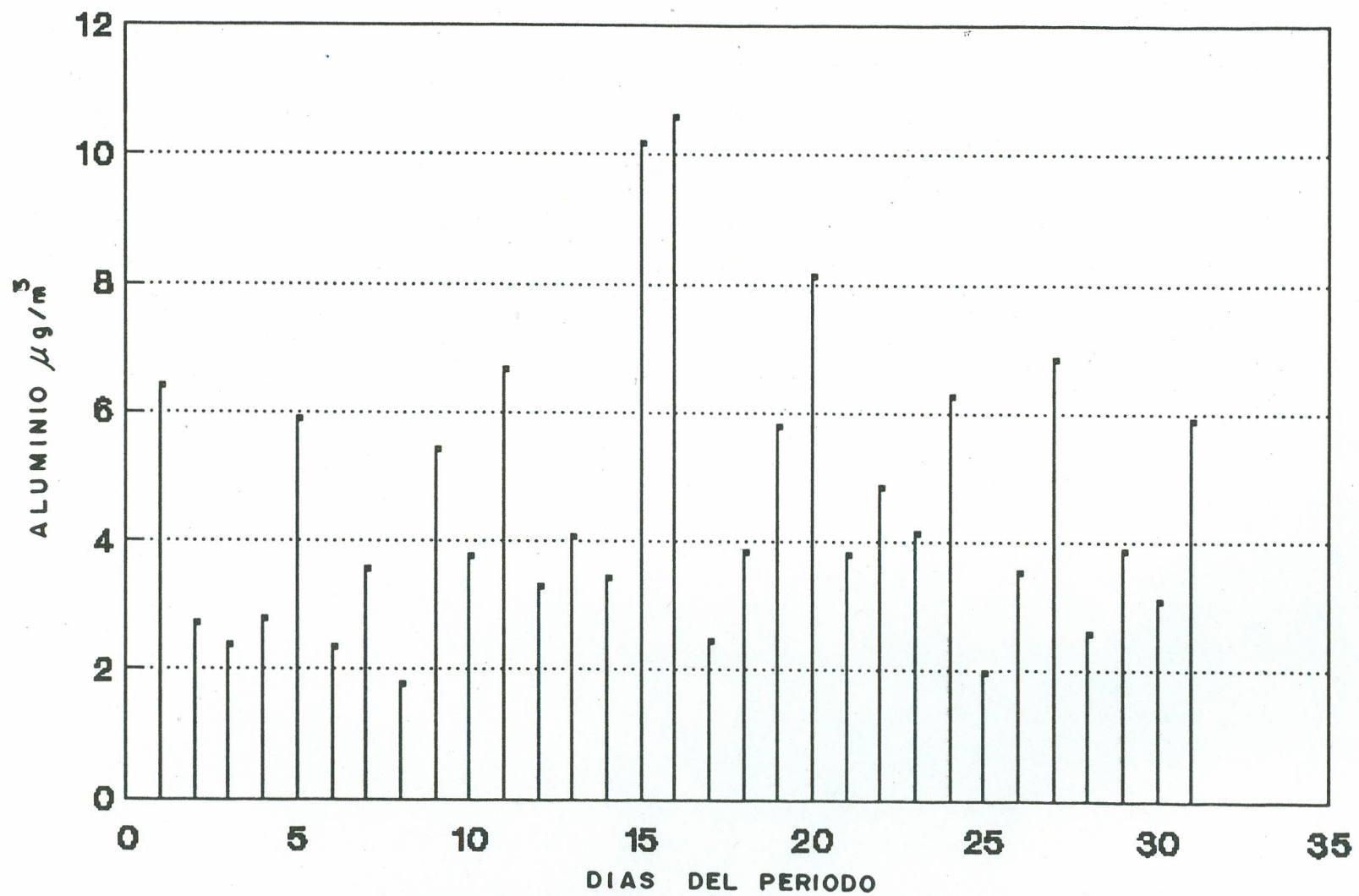
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE PLOMO CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



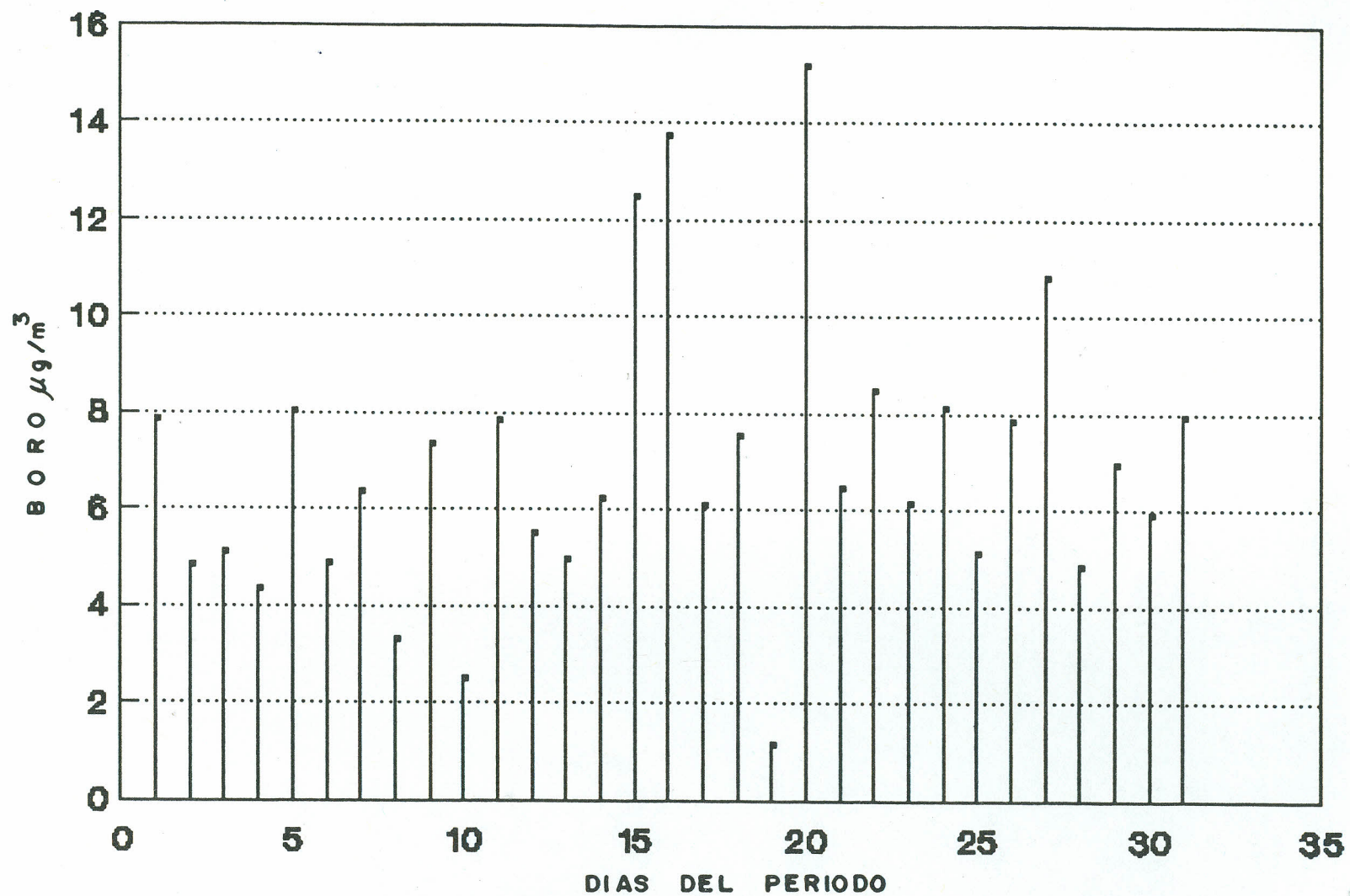
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE CALCIO CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



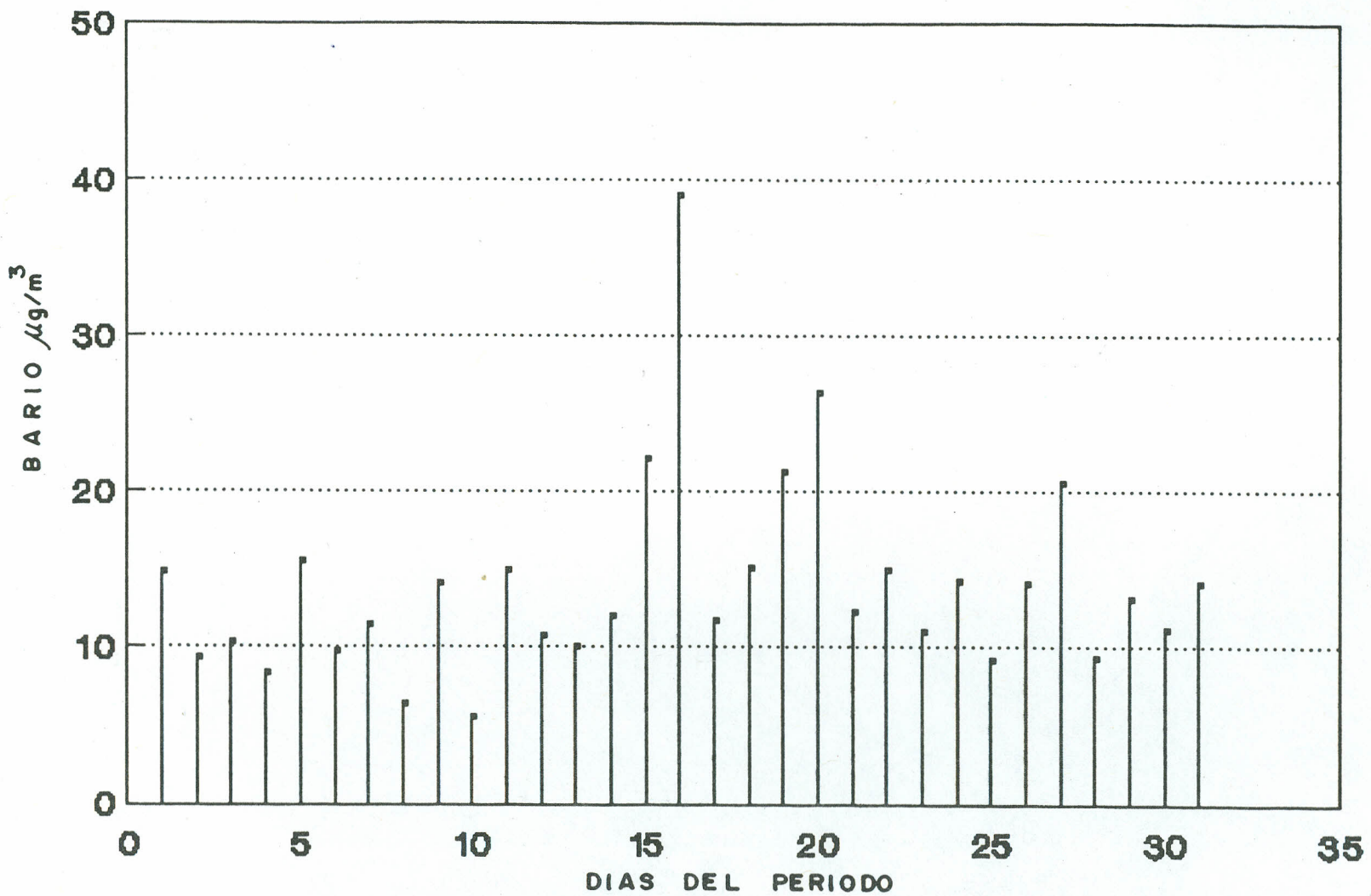
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE HIERRO CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



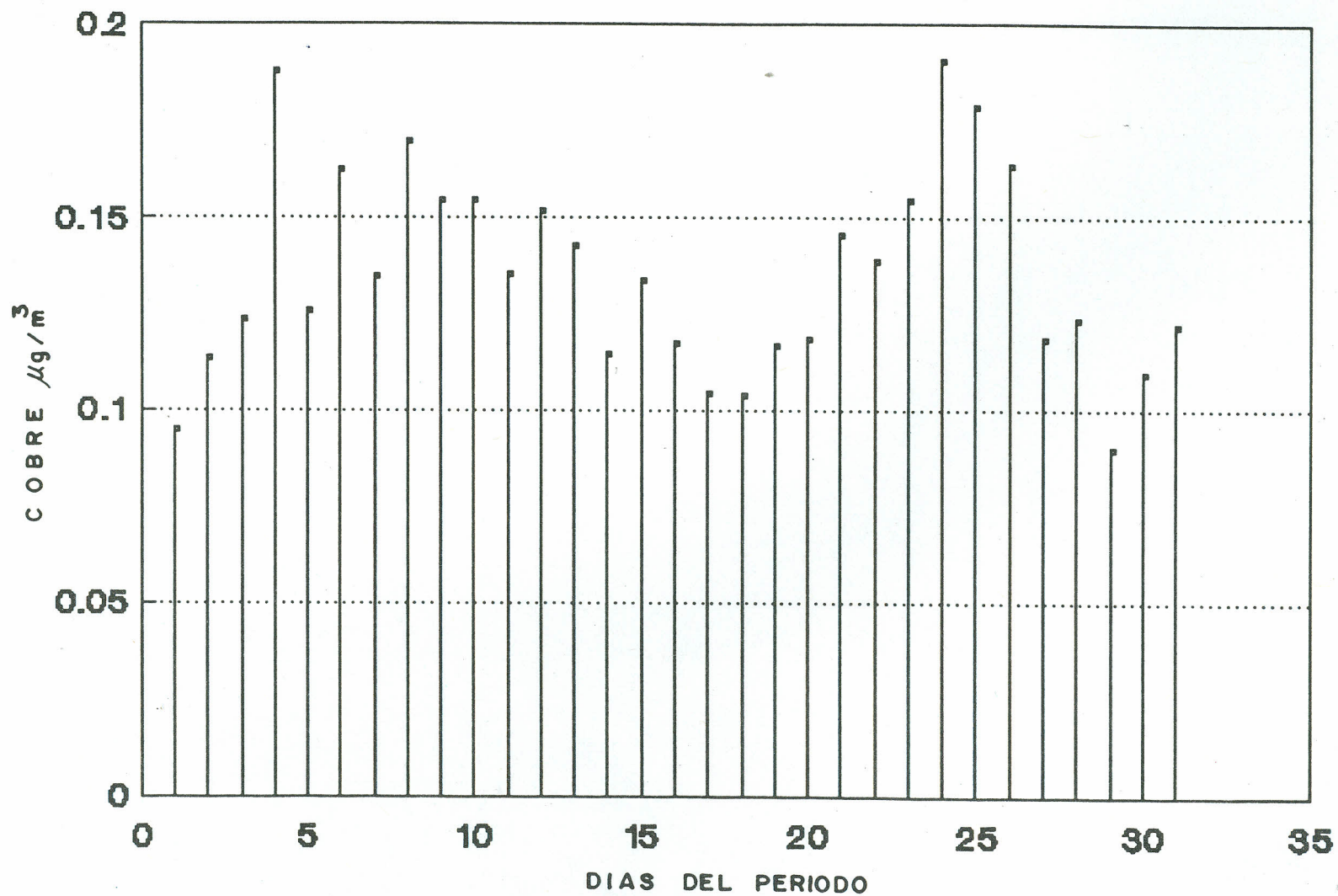
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE ALUMINIO CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



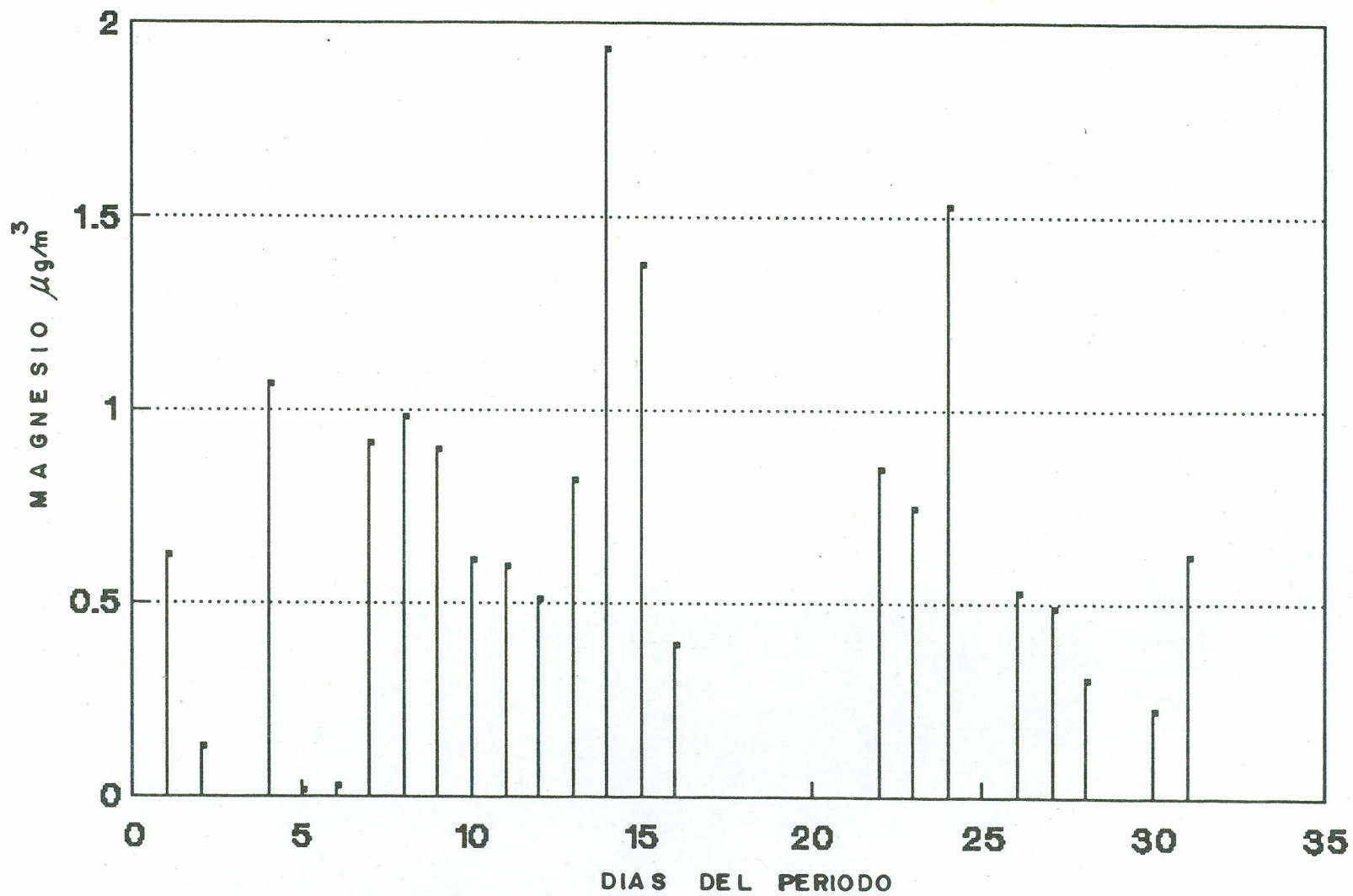
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE BORO CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



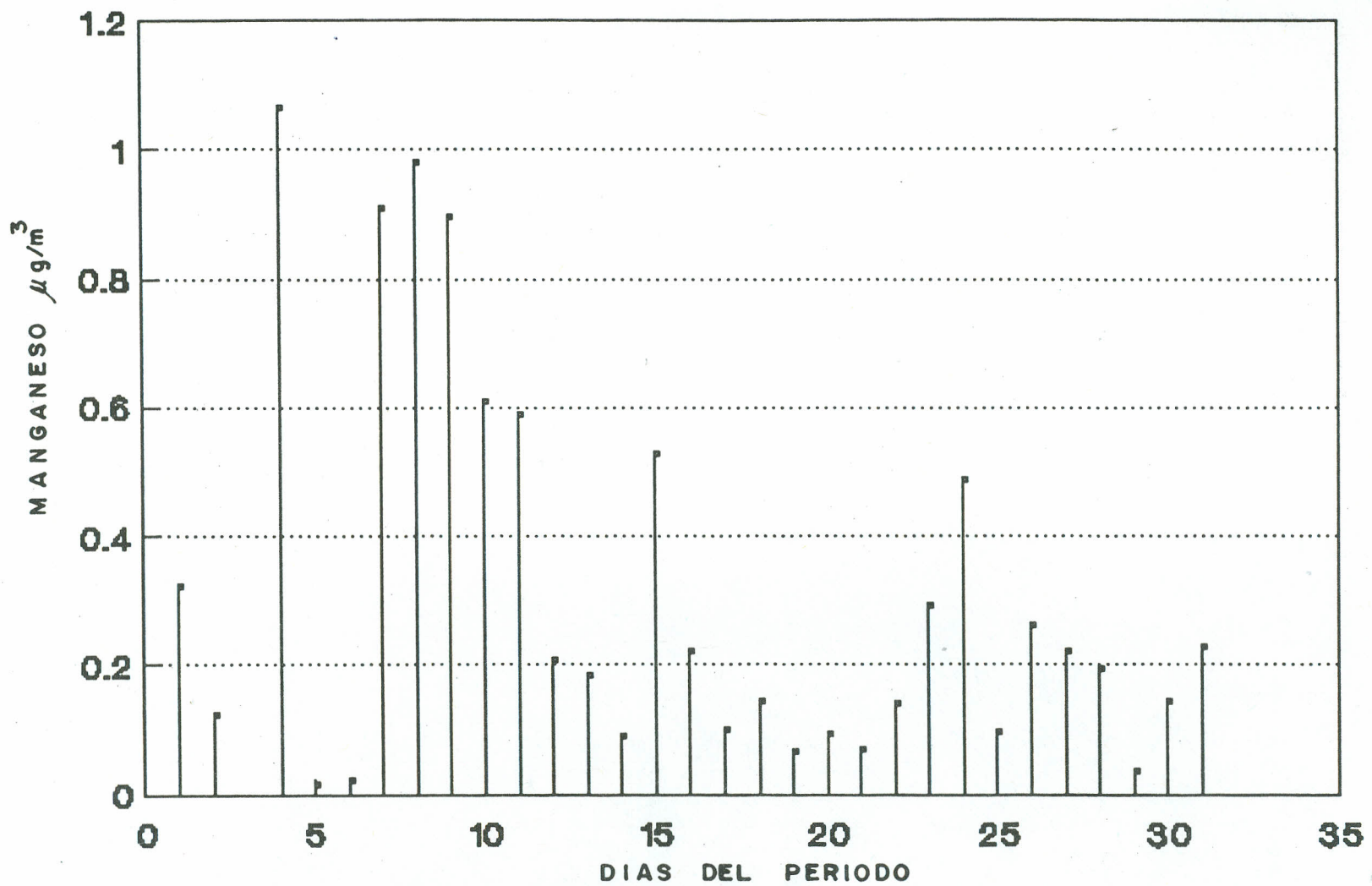
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE BARIO CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



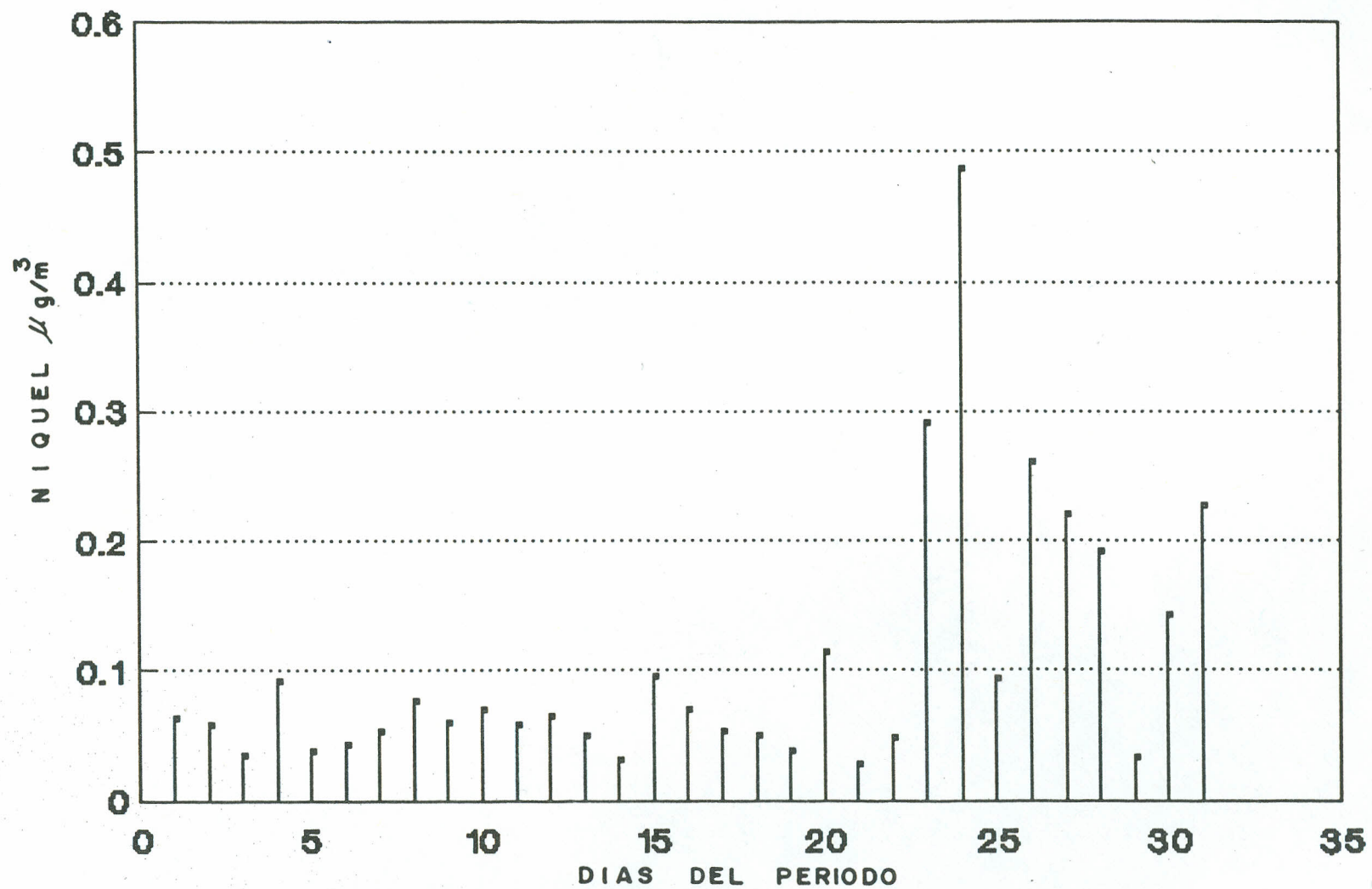
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE COBRE CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



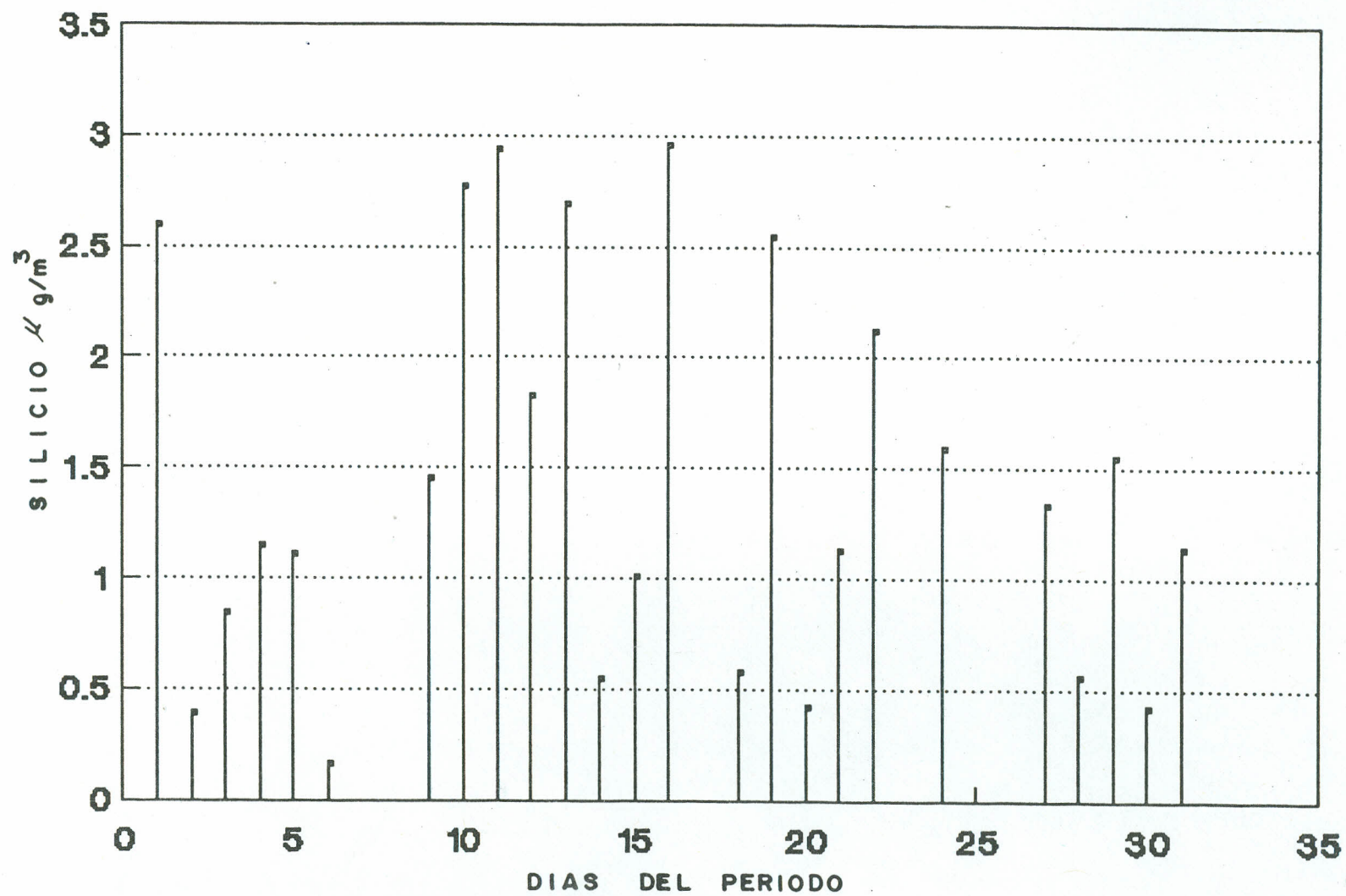
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE MAGNESIO CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



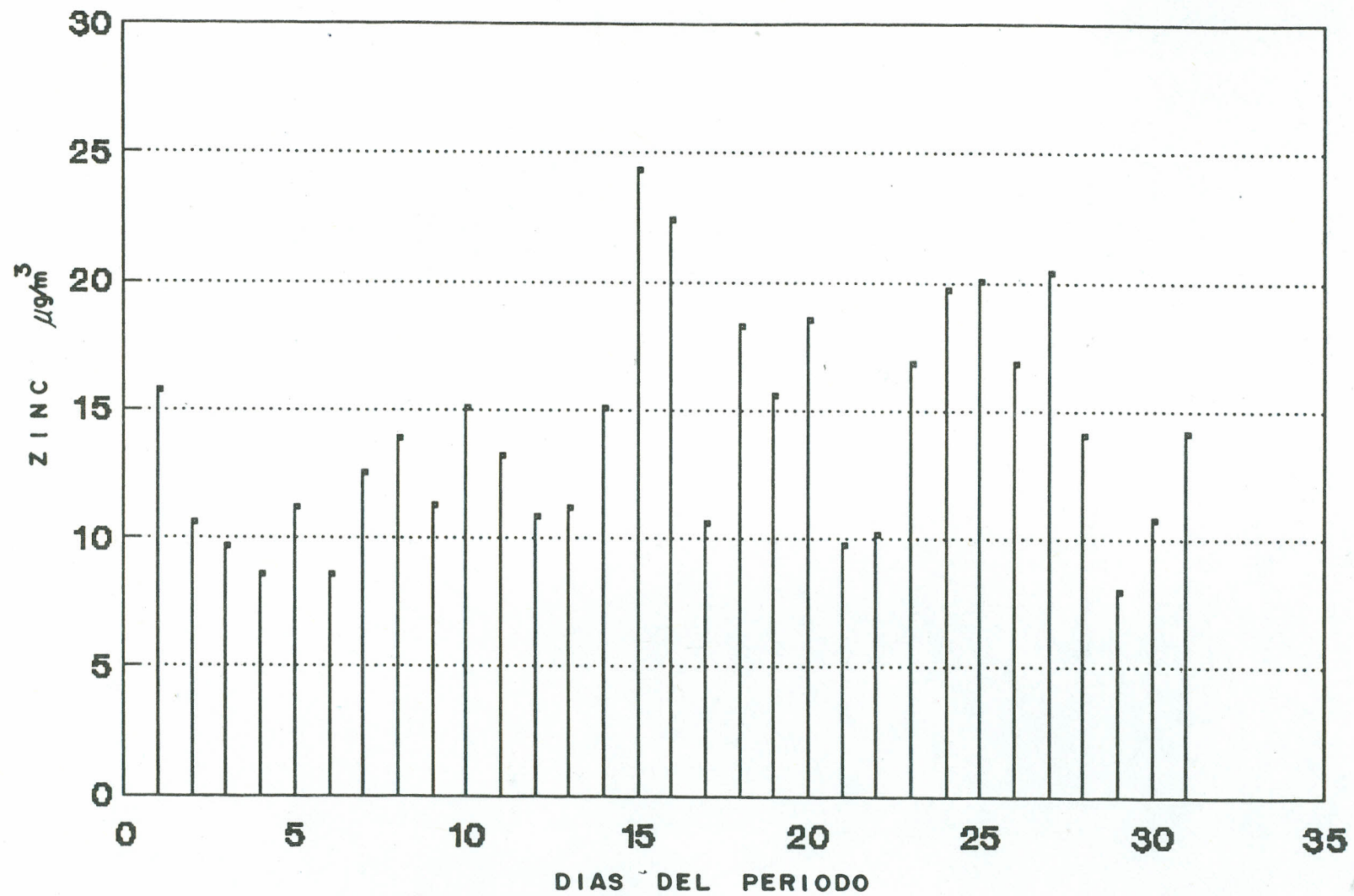
GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE MANGANESO CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE NIQUEL CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE SILICIO CORRESPONDIENTE
AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



GRAFICA DE VALORES OBTENIDOS DE ZINC CORRESPONDIENTE AL PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DEL PROMEDIO DIARIO DE CONCENTRACION DE DIOXIDO-
DE AZUFRE ppm

INTERVALO DE CONCENTRACION SO ₂ ppm	No. DIAS	FRECUENCIA RELATIVA %
0.000 - 0.001	0	0
0.002 - 0.003	1	2
0.004 - 0.005	4	8
0.006 - 0.007	2	4
0.008 - 0.009	3	6
0.010 - 0.011	0	0
0.012 - 0.013	3	6
0.014 - 0.015	4	8
0.016 - 0.017	3	6
0.018 - 0.019	9	18
0.020 - 0.021	1	2
0.022 - 0.023	4	8
0.024 - 0.025	4	8
0.026 - 0.027	3	6
0.028 - 0.029	1	2
0.030 - 0.031	0	0
0.032 - 0.033	1	2
0.034 - 0.035	1	2
0.036 - 0.037	1	2
0.038 - 0.039	0	0
0.040 - 0.041	2	2
0.042 - 0.043	2	2
0.044 - 0.045	0	0
0.046 - 0.047	0	0
0.048 - 0.049	0	0
0.050 - 0.051	1	2

ESTADIO UNIVERSITARIO 1990

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DEL PROMEDIO DIARIO DE CONCENTRACION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES P.S.T., ESTADIO UNIVERSITARIO 1990.

INTERVALO DE CONCENTRACION PST $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No. DIAS	FRECUENCIA RELATIVA %
0 - 24	0	0
25 - 49	0	0
50 - 74	0	0
75 - 99	2	3.22
100 - 124	0	0
125 - 149	5	8.06
150 - 174	6	9.67
175 - 199	4	6.45
200 - 224	3	4.83
225 - 249	5	8.06
250 - 274	12	19.35
275 - 299	4	6.45
300 - 324	4	6.45
325 - 349	2	3.22
350 - 375	3	4.83
375 - 379	4	6.45
400 - 424	2	3.22
425 - 449	1	1.61
450 - 474	1	1.61
475 - 499	1	1.61
500 - 524	2	3.22
525 - 549	0	0
550 - 574	0	0
575 - 599	1	1.61

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DEL PROMEDIO DIARIO DE CONCENTRACION DE -
SULFATOS EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$

INTERVALO DE CONCENTRACION SO_4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No. DIAS	FRECUENCIA RELATIVA %
0 - 4	0	0
5 - 9	7	11.29
10 - 14	9	14.52
15 - 19	22	35.48
20 - 24	12	19.35
25 - 29	8	12.90
30 - 34	2	3.22
35 - 39	2	3.22
40 - 44	9	0

ESTADIO UNIVERSITARIO 1990

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DEL PROMEDIO DIARIO DE CONCENTRACION DE NITRATOS EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

INTERVALO DE CONCENTRACION $\text{NO}_3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	No. DIAS	FRECUENCIA RELATIVA %
0 - 4	16	25.80
5 - 9	14	22.58
10 - 14	9	14.52
15 - 19	6	9.67
20 - 24	9	14.52
25 - 29	2	3.22
30 - 34	2	3.22
35 - 39	2	3.22
40 - 44	0	0
45 - 49	0	0
50 - 54	0	0
55 - 59	0	0
60 - 64	1	1.61
65 - 69	1	1.61

ESTADIO UNIVERSITARIO 1990

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DEL PROMEDIO DIARIO DE CONCENTRACION DE
PLOMO EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$

INTERVALO DE CONCENTRACION Pb $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No. DIAS	FRECUENCIA RELATIVA %
0 - 0.1	0	0
0.2 - 0.3	0	0
0.4 - 0.5	0	0
0.6 - 0.7	5	16.13
0.8 - 0.9	7	22.58
1.0 - 1.1	8	25.80
1.2 - 1.3	2	6.45
1.4 - 1.5	2	6.45
1.6 - 1.7	1	3.22
1.8 - 1.9	2	6.45
2.0 - 2.1	2	6.45
2.2 - 2.3	0	0
2.4 - 2.5	2	6.45
2.6 - 2.7	0	0

ESTADIO UNIVERSITARIO 1990

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DEL PROMEDIO DIARIO DE CONCENTRACION DE -
CALCIO EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$

INTERVALO DE CONCENTRACION Ca $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No. DIAS	FRECUENCIA RELATIVA %
0 - 3	0	0
4 - 7	1	3.22
8 - 11	8	25.80
12 - 15	10	32.26
16 - 19	4	12.90
20 - 23	5	16.13
24 - 27	1	3.22
28 - 31	1	3.22
32 - 35	1	3.22

ESTADIO UNIVERSITARIO 1990

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DEL PROMEDIO DIARIO DE CONCENTRACION DE HIERRO -
EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

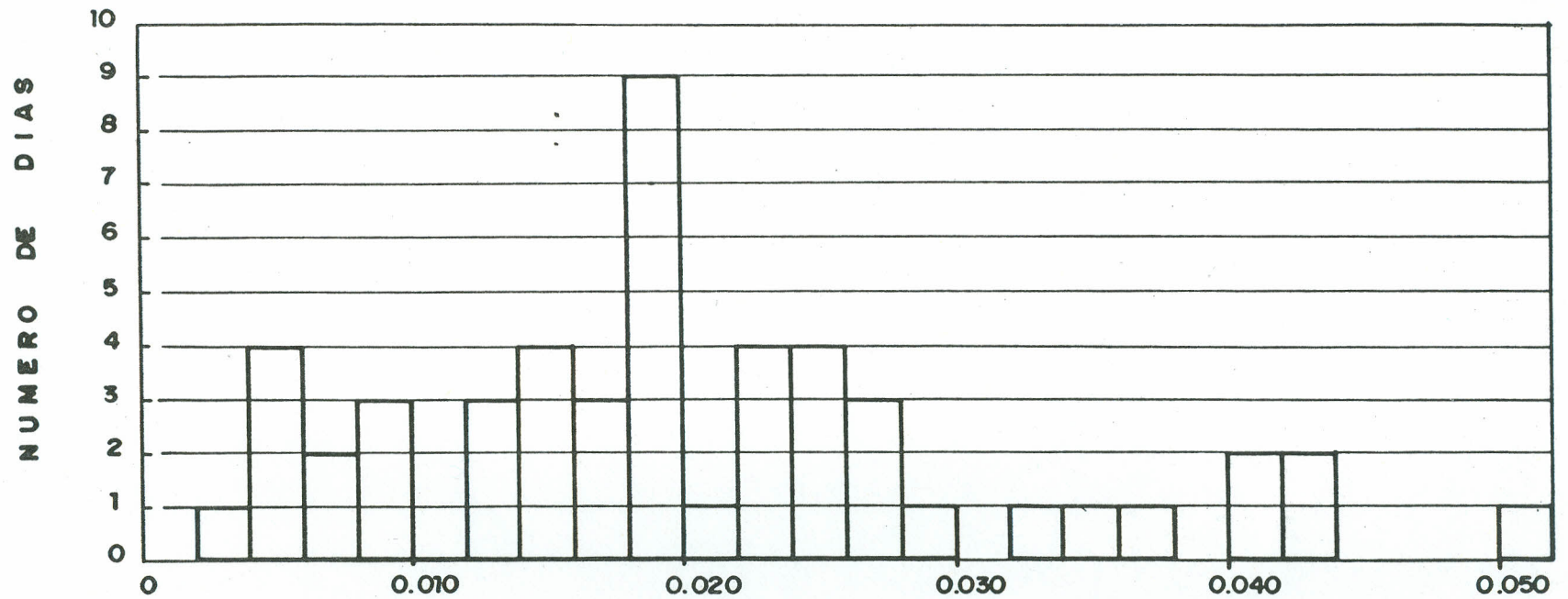
INTERVALO DE CONCENTRACION Fe $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No. DIAS	FRECUENCIA RELATIVA %
0 - 3	5	16.12
4 - 7	8	25.80
8 - 11	6	19.35
12 - 15	8	25.80
16 - 19	0	0
20 - 23	2	6.45
24 - 27	1	3.22
28 - 31	1	3.22

ESTADIO UNIVERSITARIO 1990

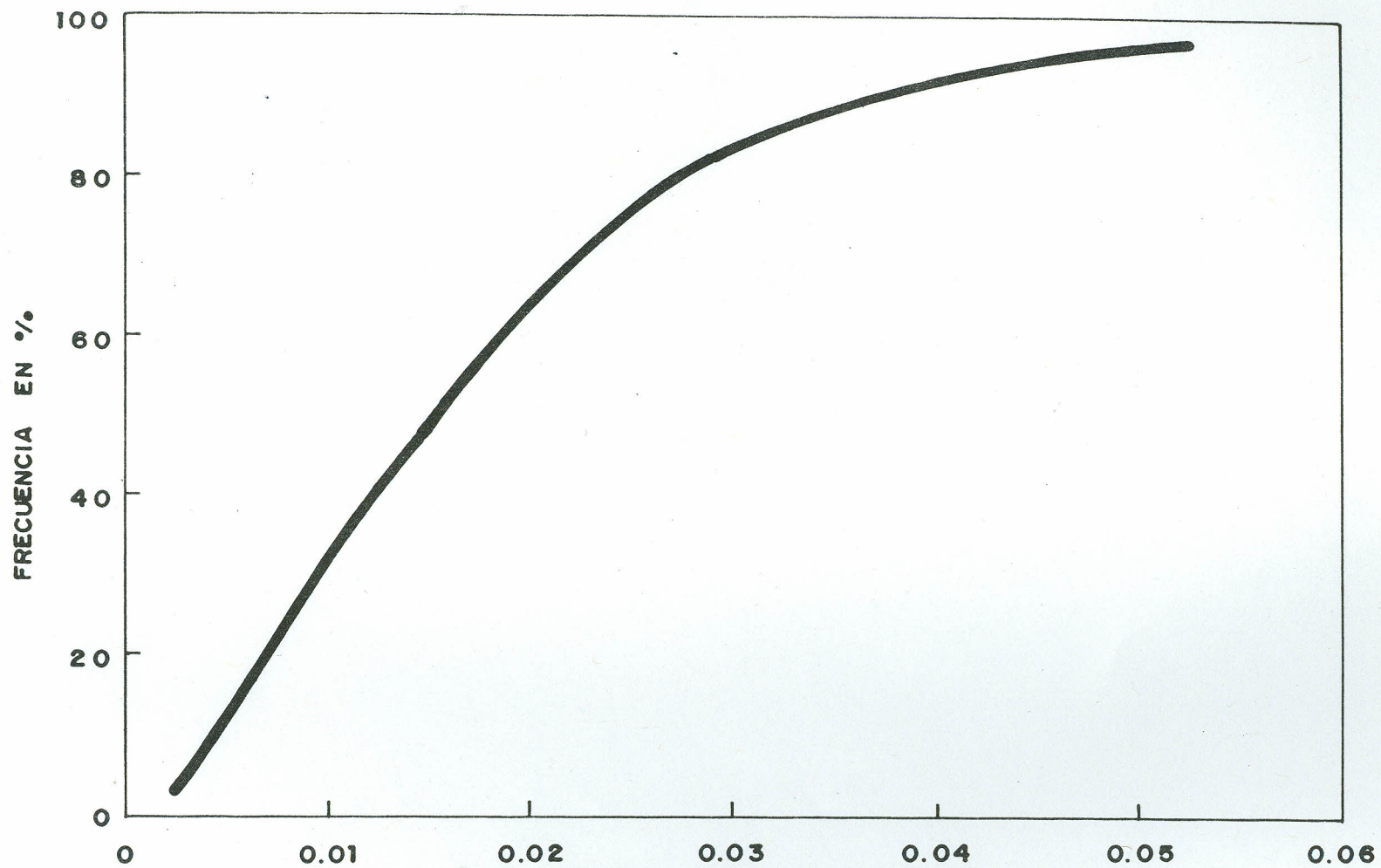
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DEL PROMEDIO DIARIO DE CONCENTRACION DE ZINC EN-
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

INTERVALO DE CONCENTRACION Zn $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No. DIAS	FRECUENCIA RELATIVA %
0 - 1	0	0
2 - 3	0	0
4 - 5	0	0
6 - 7	1	3.22
8 - 9	4	12.90
10 - 11	8	25.80
12 - 13	4	12.90
14 - 15	5	16.13
16 - 17	2	6.45
18 - 19	4	12.90
20 - 21	1	3.22
22 - 23	1	3.22
24 - 25	1	3.22
26 - 27		

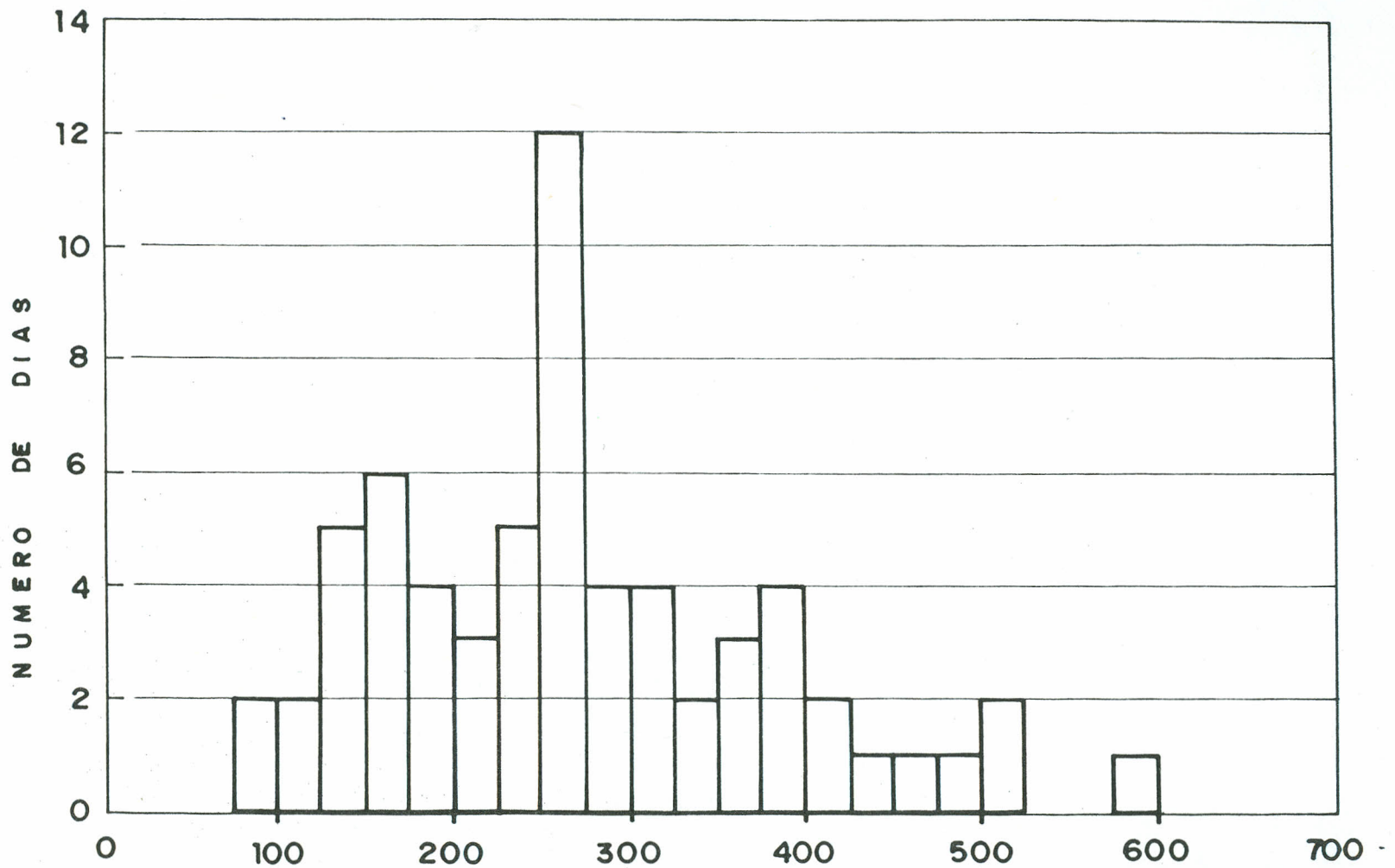
ESTADIO UNIVERSITARIO 1990



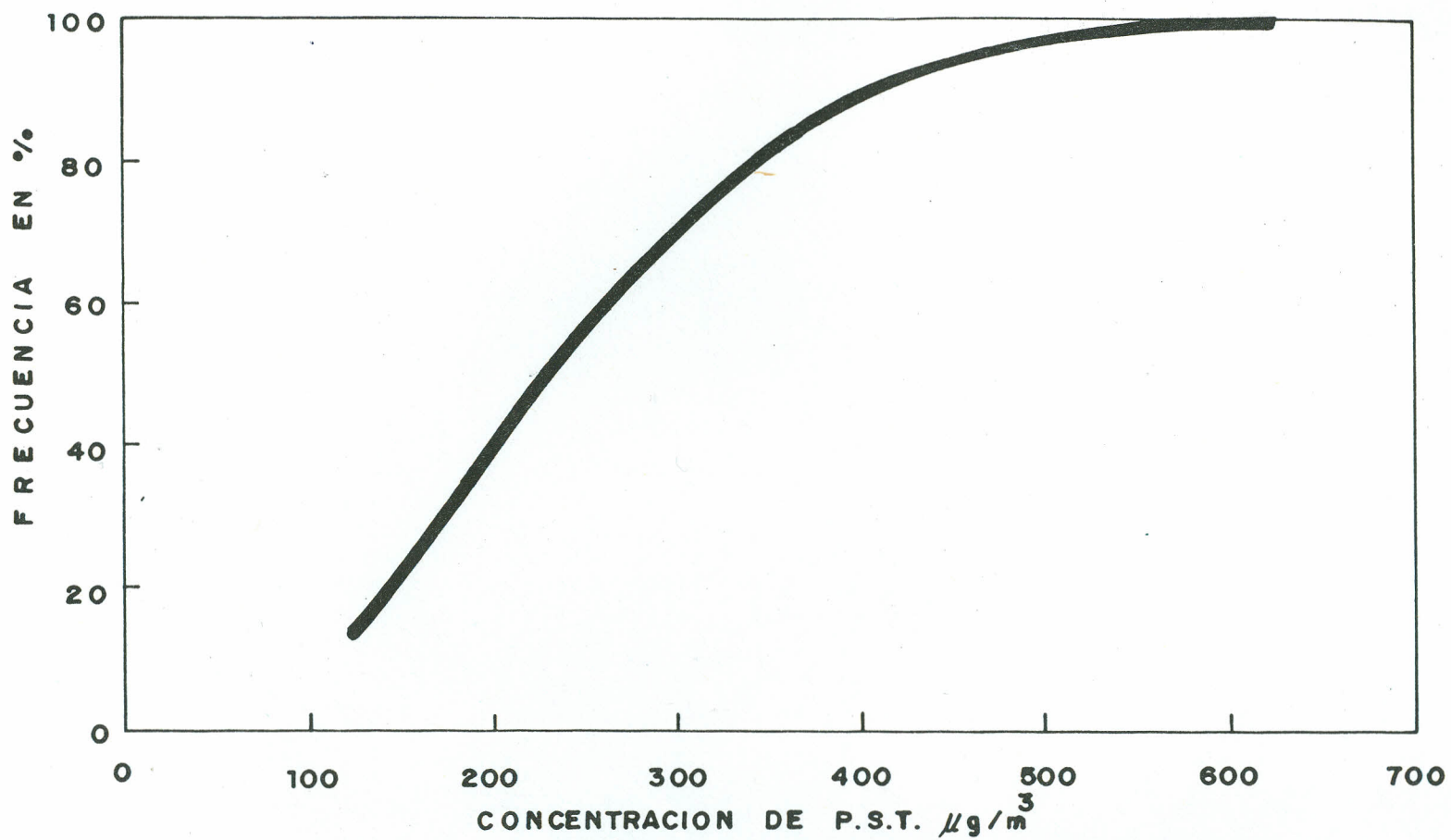
HISTOGRAMA DEL PROMEDIO DIARIO DE LAS CONCENTRACIONES DE DIOXIDO DE AZUFRE (ppm)
 ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 28 DE JULIO AL 17 DE SEPTIEMBRE DE 1990.



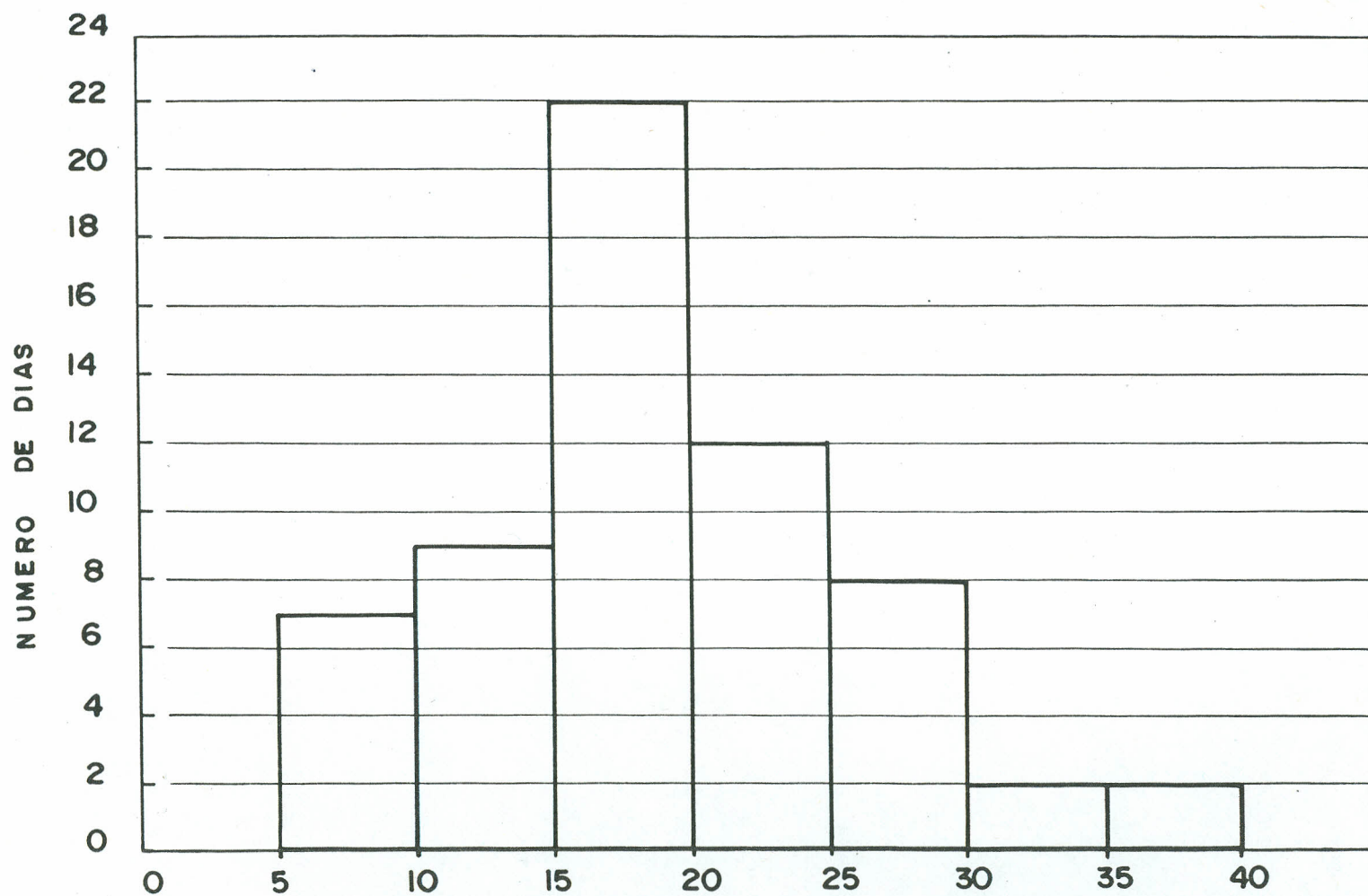
CONCENTRACION DE DIOXIDO DE AZUFRE ppm .
CURVA DE FRECUENCIA ACUMULATIVA DE DIOXIDO DE AZUFRE ppm.
ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 28 DE JULIO AL 17 DE SEPTIEMBRE DE 1990.



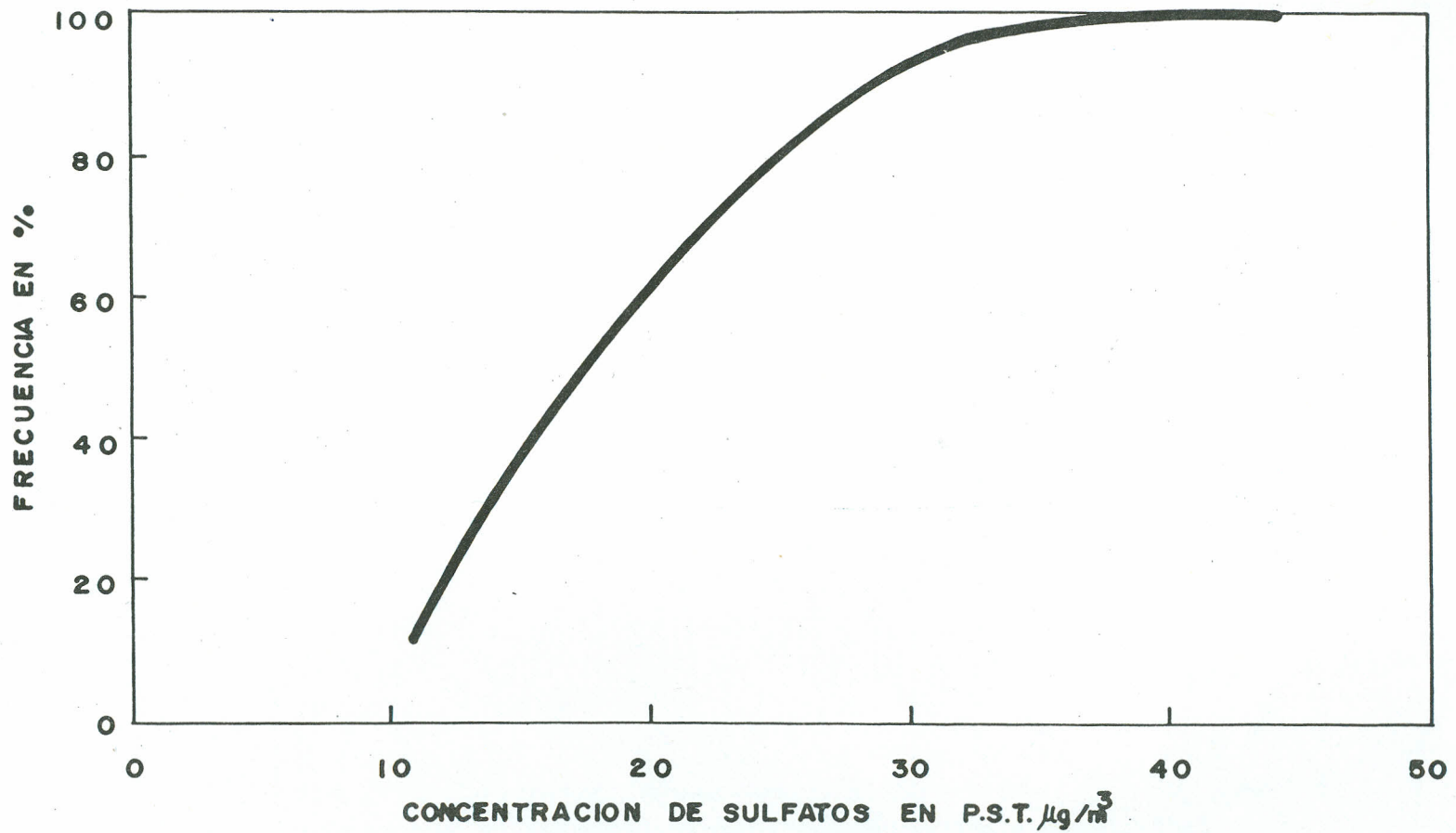
HISTOGRAMA DE CONCENTRACION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (P.S.T.) $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990



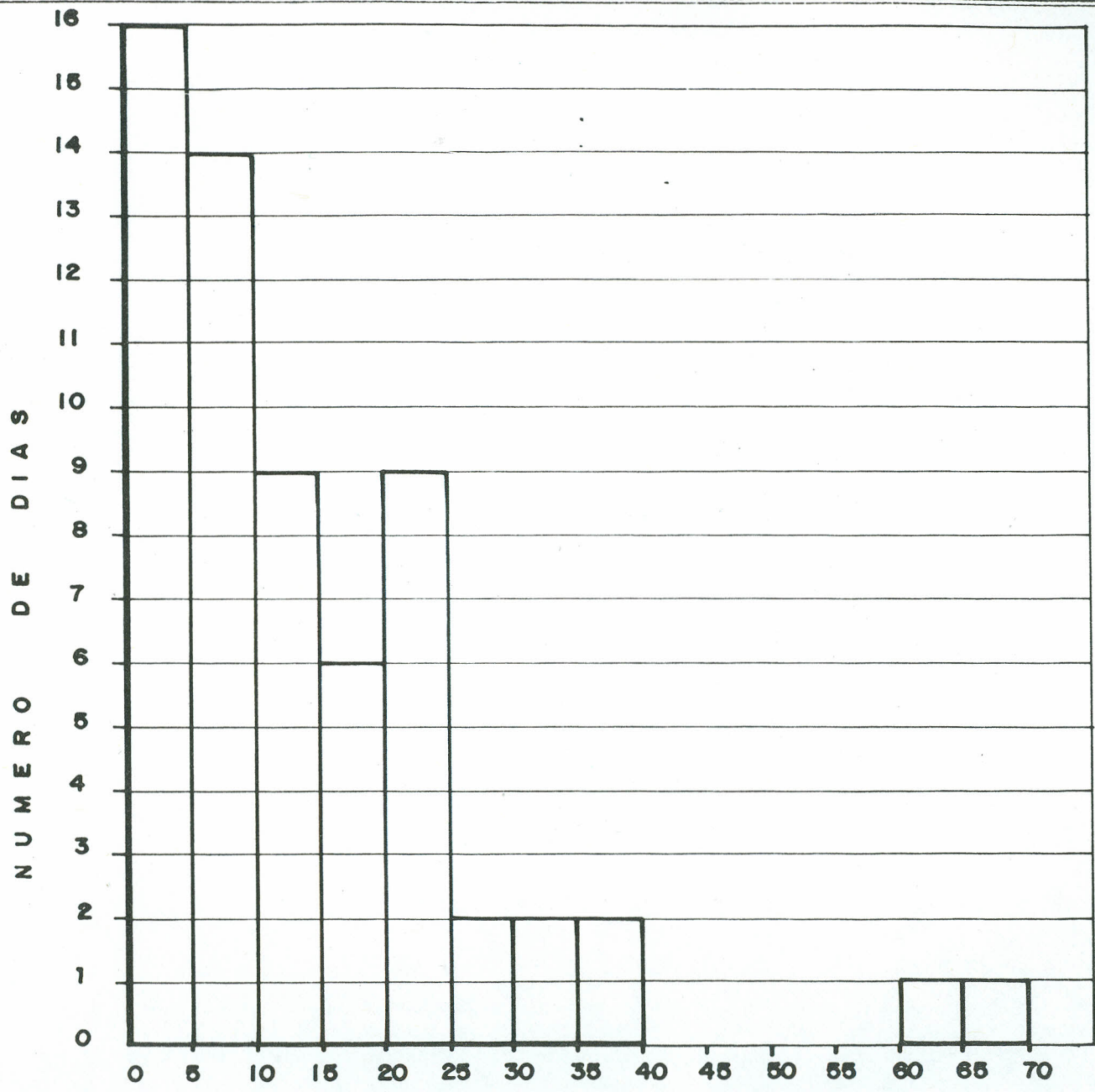
CURVA DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS DE P.S.T. EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990.



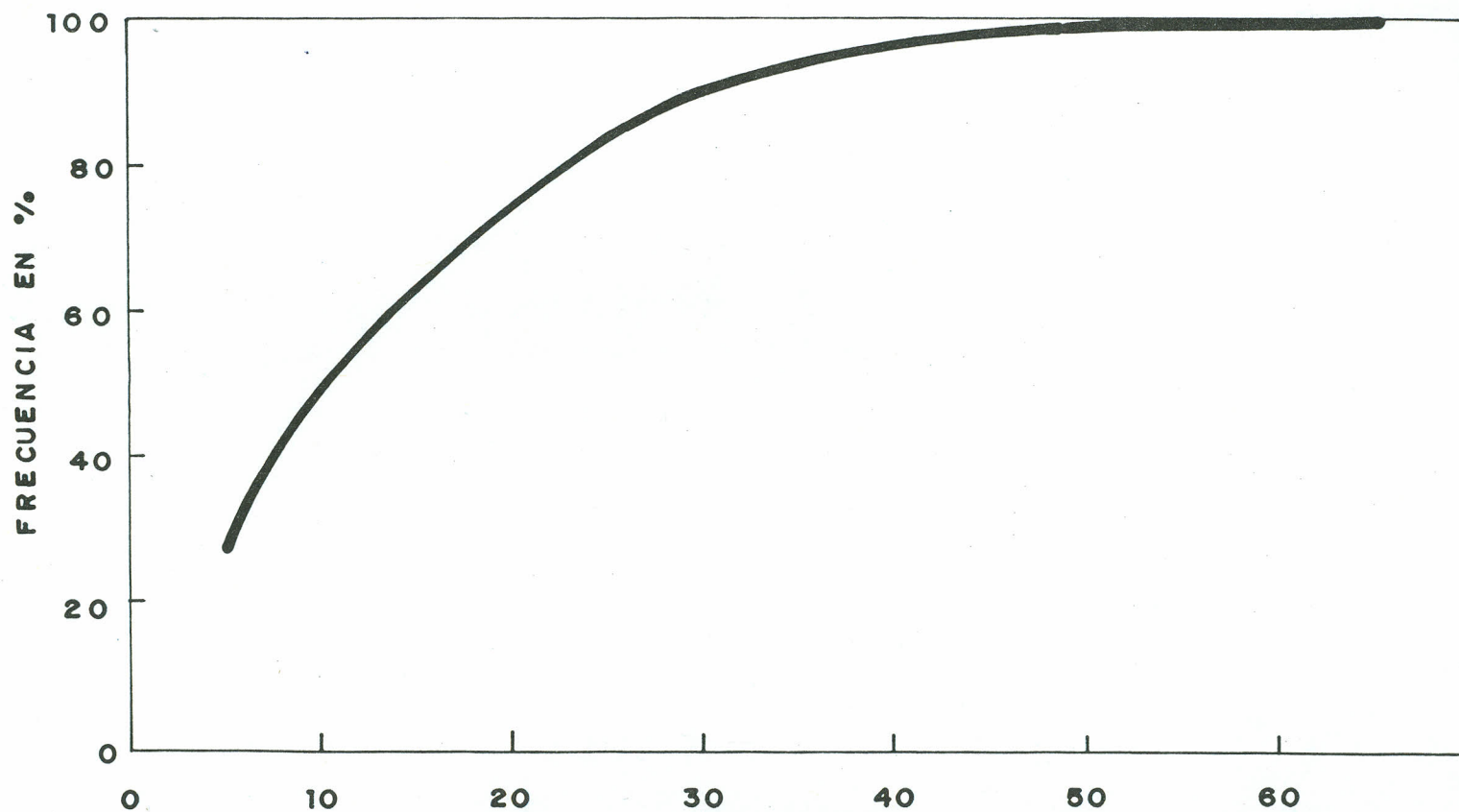
HISTOGRAMA DE CONCENTRACION DE SULFATOS SO_4 EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990.



CURVA DE FRECUENCIA ACUMULATIVA DE SULFATOS EN P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990.

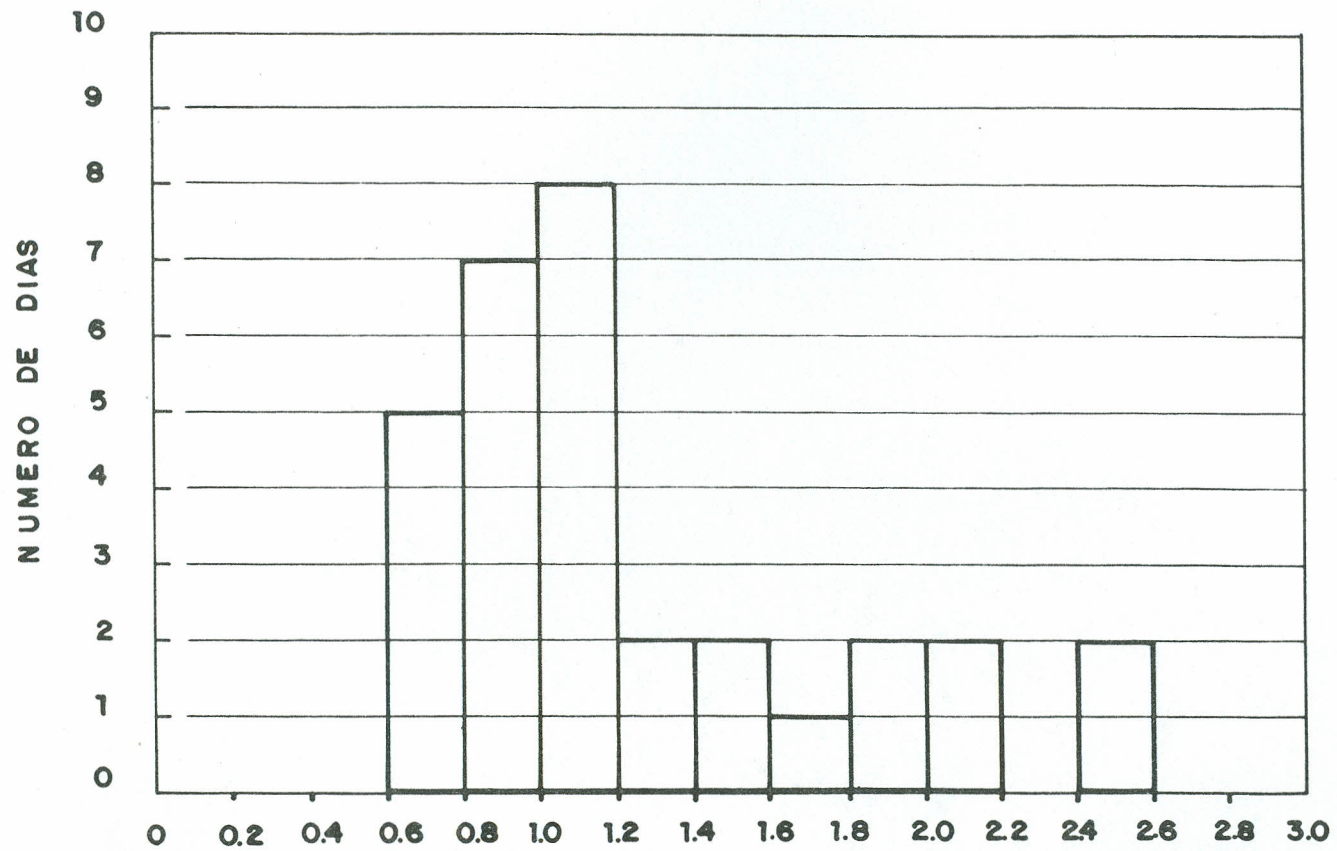


HISTOGRAMA DE CONCENTRACION DE NITRATOS EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990

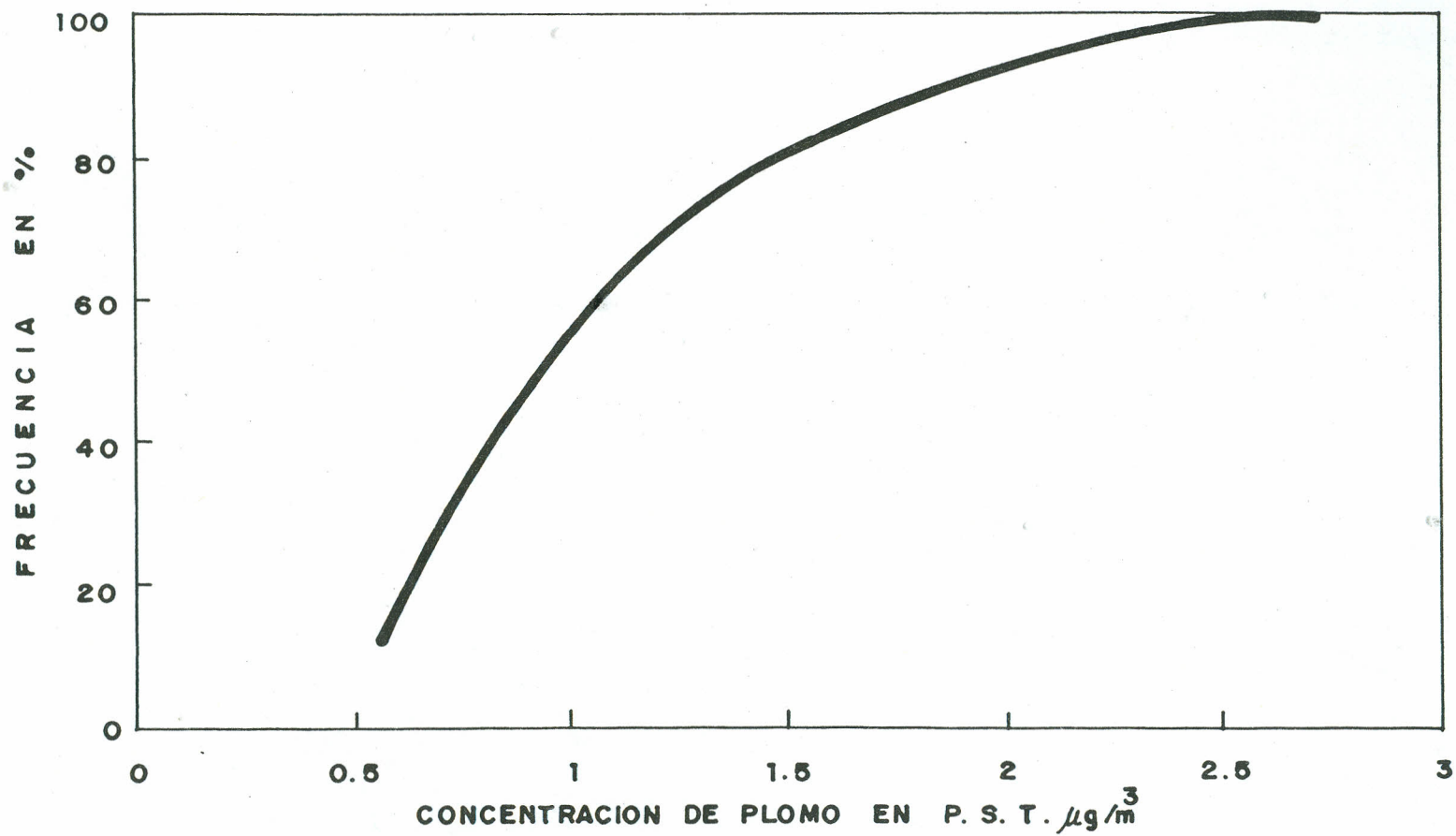


CONCENTRACION DE NITRATOS EN P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$

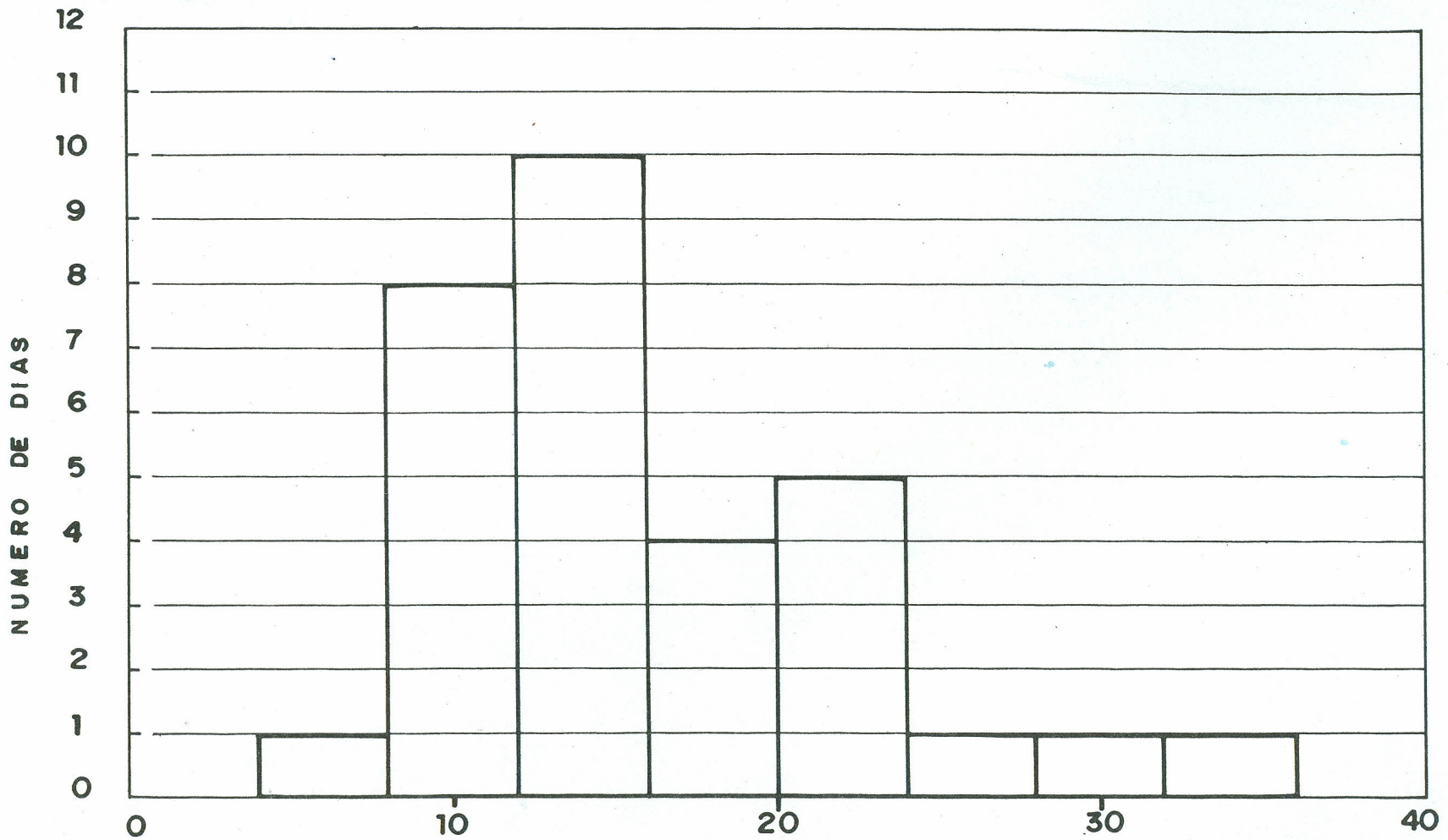
CURVA DE FRECUENCIA ACUMULATIVA DE NITRATOS EN P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990



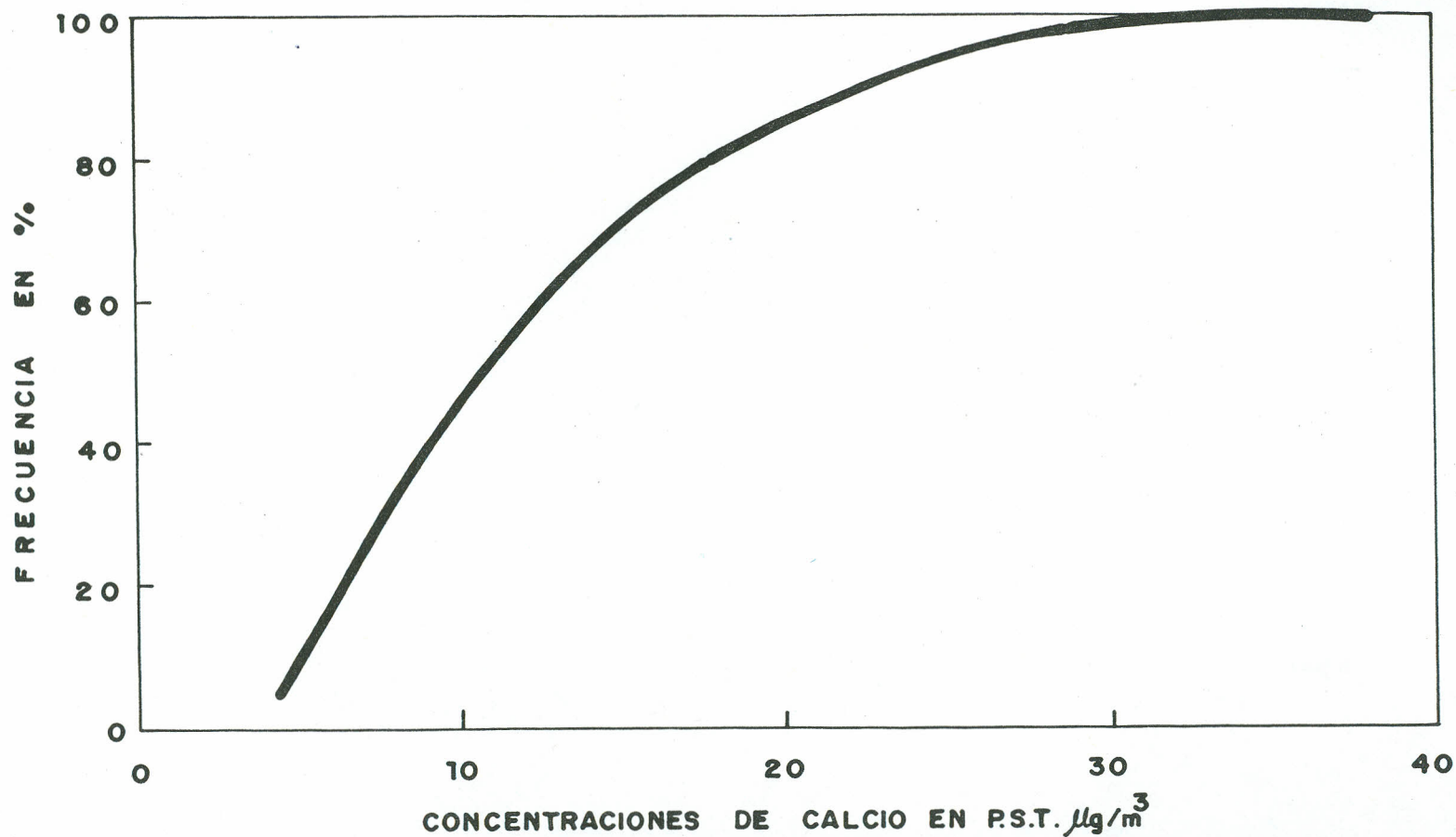
HISTOGRAMA DE CONCENTRACION DE PLOMO EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990 :



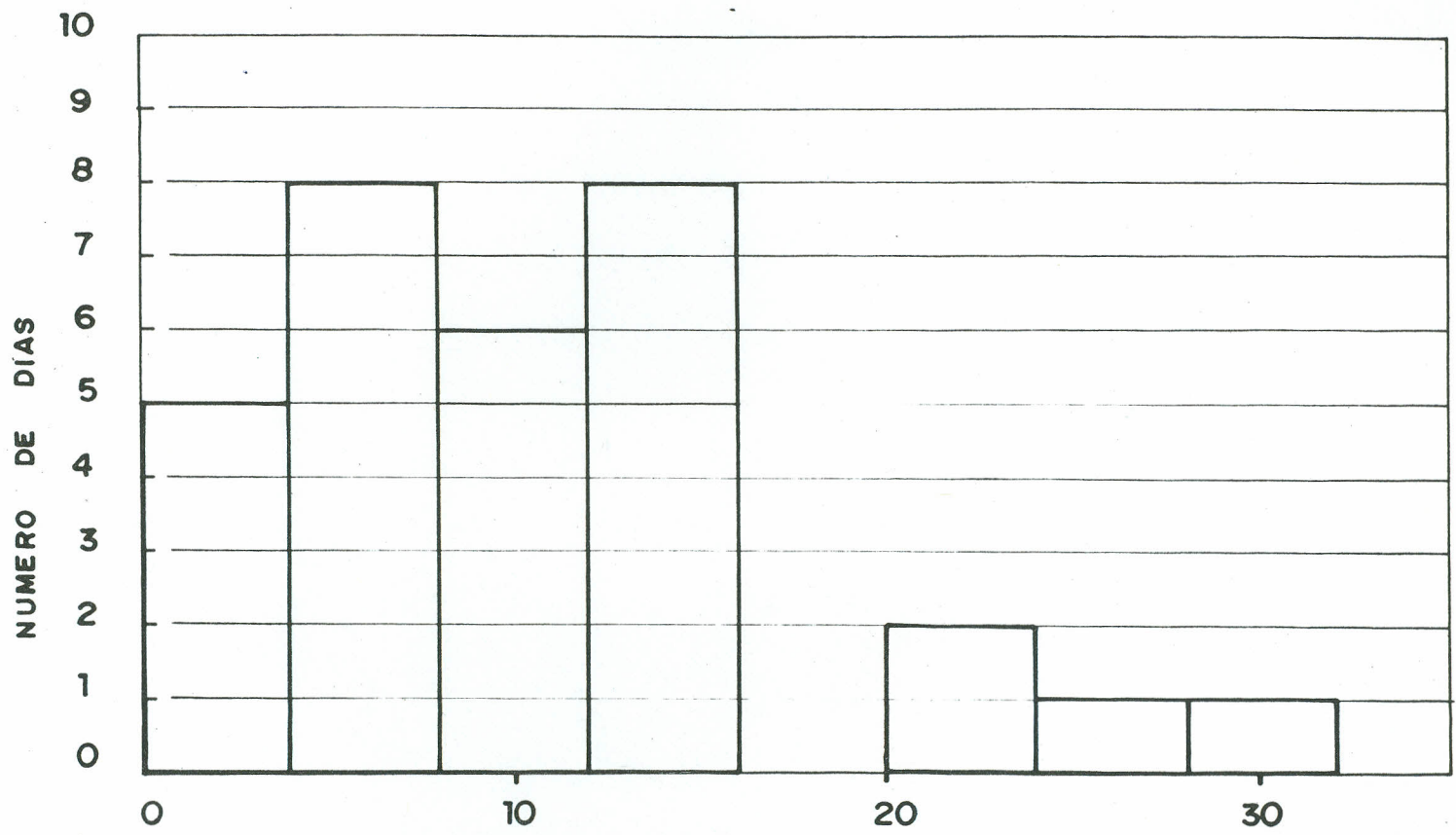
CURVA DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS DE PLOMO EN P. S. T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990.



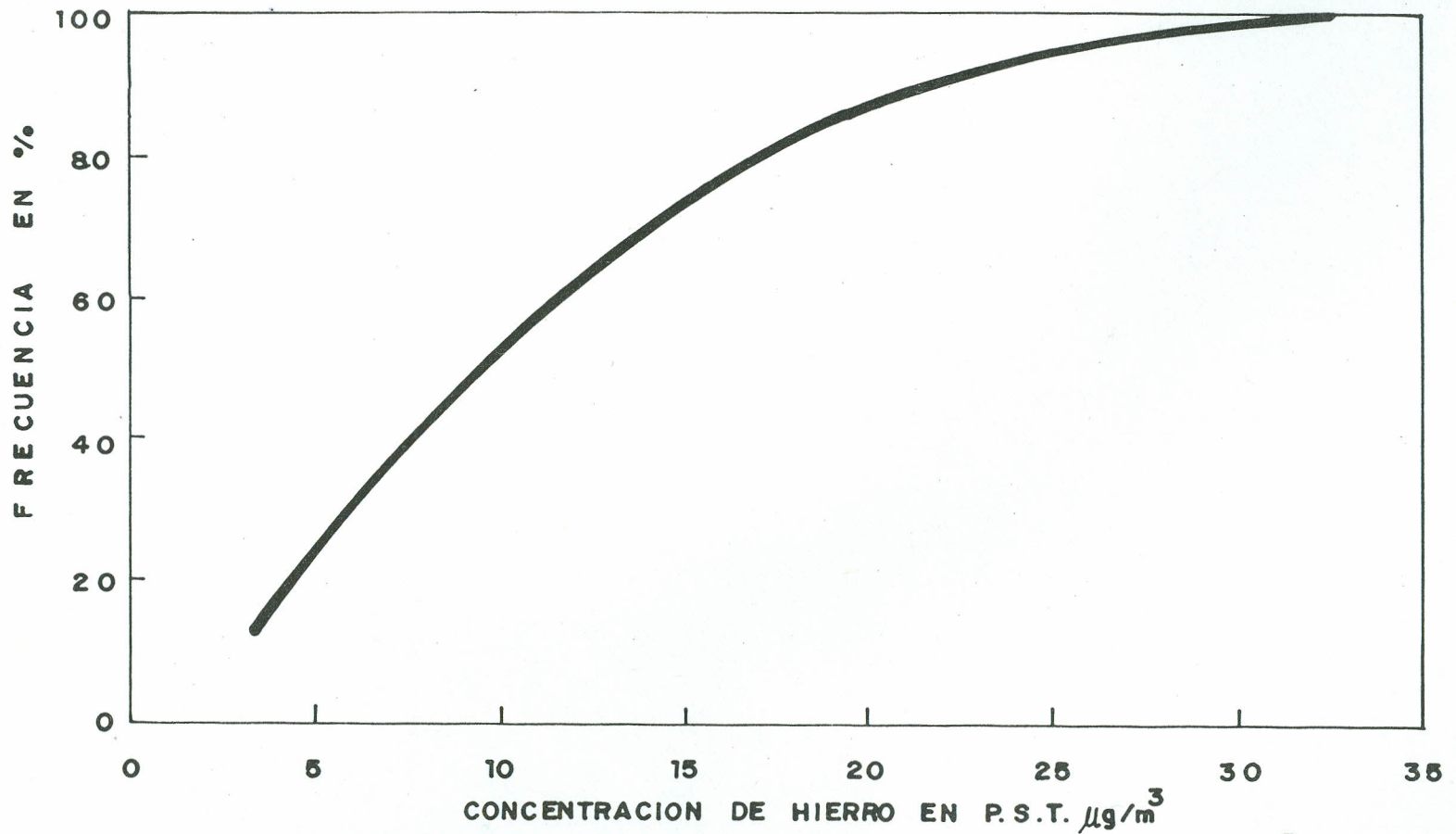
HISTOGRAMA DE CONCENTRACION DE CALCIO EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990.



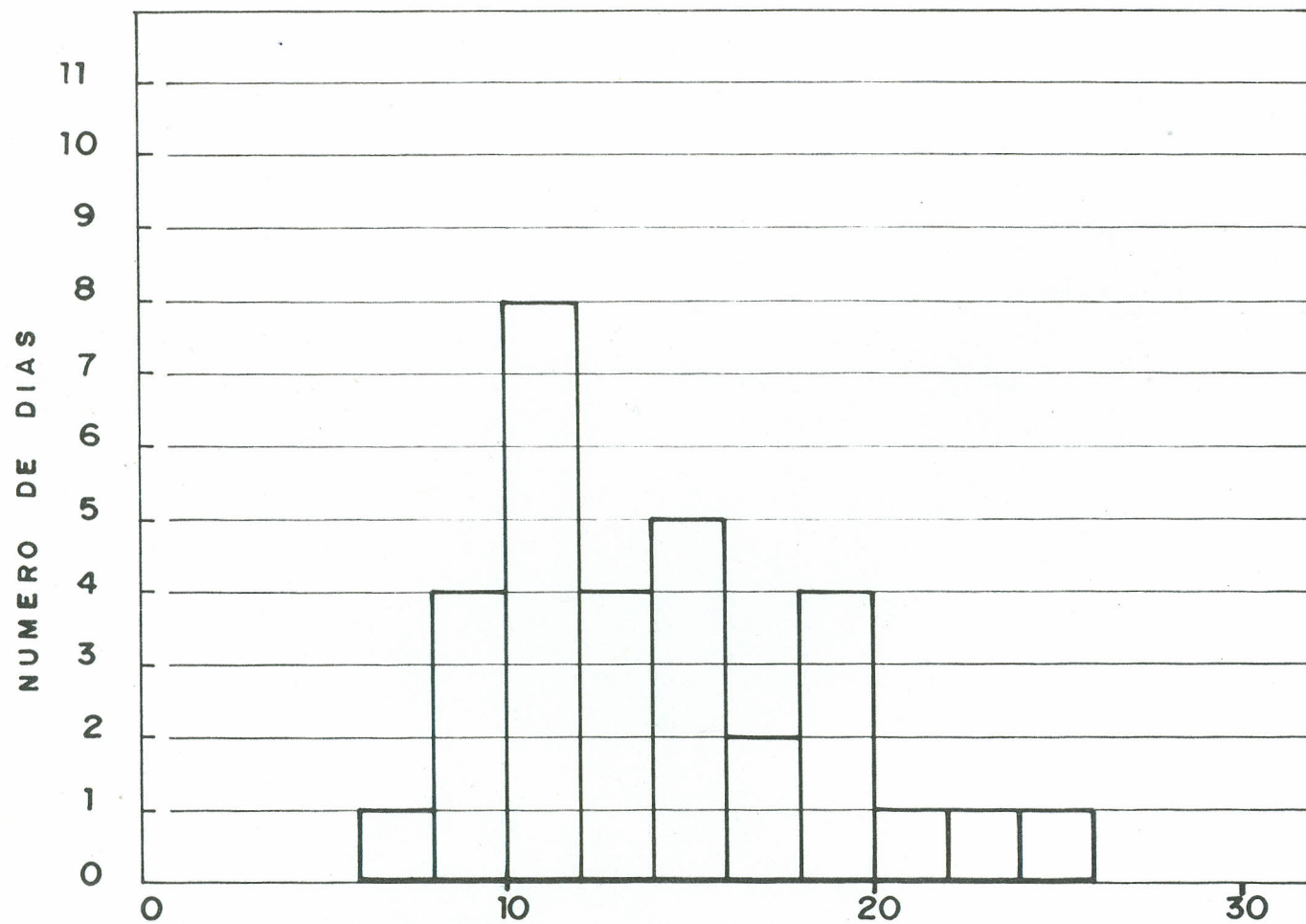
CURVA DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS DE CALCIO EN P.S.T. µg/m³
ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990.



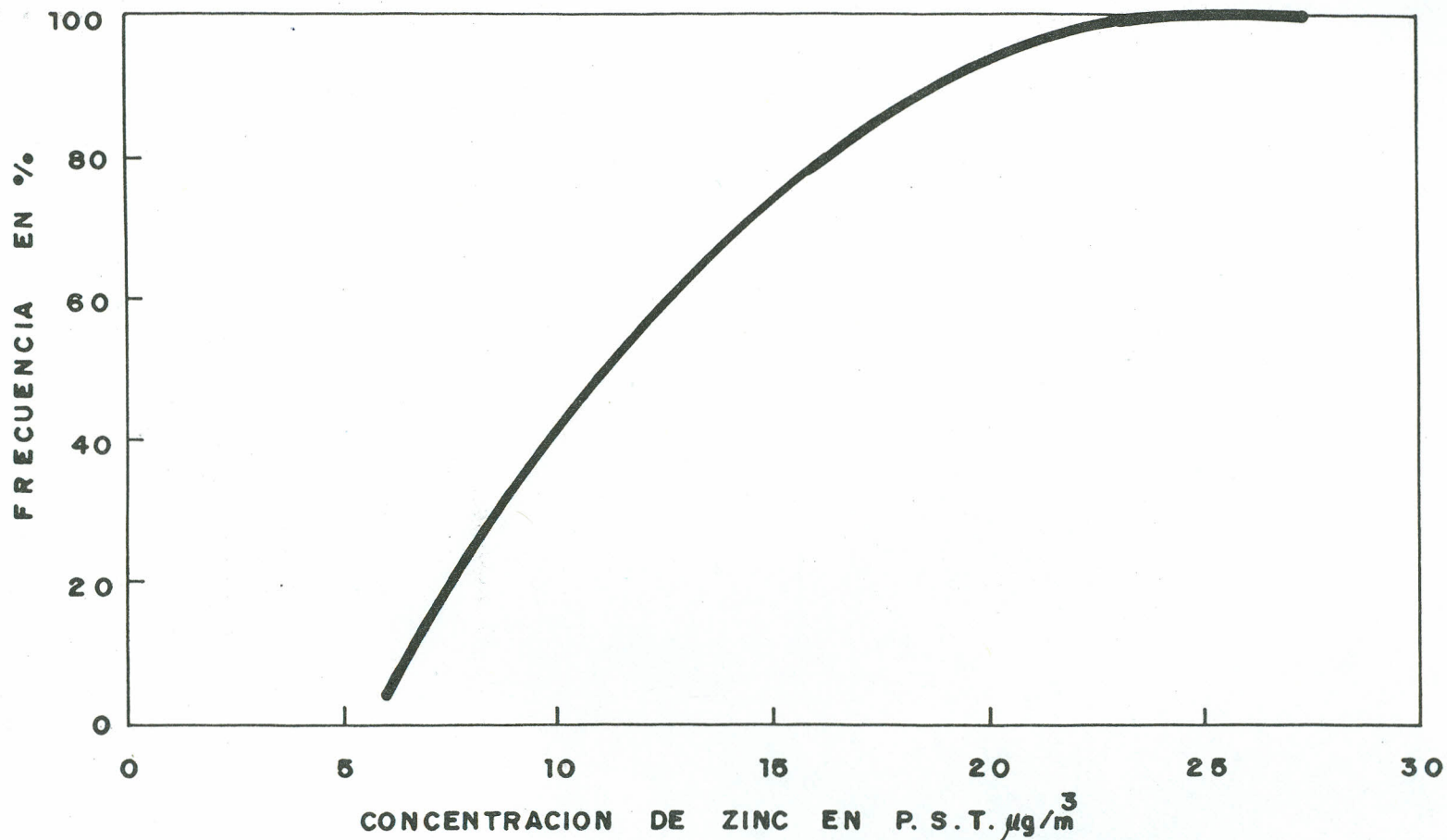
HISTOGRAMA DE CONCENTRACION DE HIERRO EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990.



CURVA DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS DE HIERRO EN P.S.T. $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990.



HISTOGRAMA DE CONCENTRACION DE ZINC EN PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 12 DE OCTUBRE DE 1990



CURVA DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS DE NITRATOS EN P.S.T. µg/m³
ESTADIO UNIVERSITARIO, PERIODO DEL 27 DE JULIO AL 14 DE OCTUBRE DE 1990.

X.- CONCLUSIONES.-

1.- El aire de Cd. Universitaria se considera de mala calidad, con muchos días de mala visibilidad sobre todo por las tardes y en días con humedad relativa superior al 60%

2.- Los daños que presenta el estadio y sus instalaciones son atribuibles en gran medida a los ataques de los contaminantes atmosféricos.

3.- La sulfatación y el deterioro que presentan los elementos estructurales y los taludes de caliza del estadio se deben a fenómenos físicos y químicos, predominando los segundos y facilitando el aceleramiento de los ataques físicos. Los sulfatos, el dióxido de azufre, los nitratos se detectaron en concentraciones importantes como para atribuirles este efecto.

4.- La corrosión observada en los elementos metálicos es sin duda causada por los aerosoles ácidos (ácido sulfúrico, clorhídrico y nítrico) que se forman al reaccionar los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre con otros contaminantes en presencia de humedad.

5.- Los daños en el concreto serán más rápidos y más severos en función del área expuesta, la presencia de grietas, humedad por fugas en las tuberías y por falta de mantenimiento; las grietas facilitan y aceleran el ataque de los contaminantes no sólo al concreto sino también al acero de refuerzo debilitando la estructura y reduciendo su tiempo de vida.

6.- Los cables eléctricos expuestos sufren sulfatación disminuyendo su tiempo vida y facilitando los cortos circuitos y otros daños, los cables --

de cobre se fragilizan y los transformadores se dañan por corrosión ó sulfatación en cuchillas y aisladores afectando la eficiencia del sistema.

7.- Las luminarias y pizarras electrónicas son afectadas por las partículas suspendidas totales y por los contaminantes primarios y secundarios, por lo que se aumentan las labores de mantenimiento para conservarlas limpias; sin embargo por su inaccesibilidad ésto se dificulta y se aumenta el número de luminarias dañadas y a veces el ensuciamiento es tal que la intensidad de iluminación en la cancha y estacionamiento se ven afectadas.

8.- El equipo de sonido y sistema de comunicaciones son afectados por corrosión o ensuciamiento.

9.- Las mallas de protección del estadio y estacionamientos sufren los efectos de la corrosión notándose con más intensidad este efecto en la malla y postería colocada al oriente del estadio y con daños importantes pero menores la ubicada al lado poniente; ésto desde luego demanda mayores labores de mantenimiento en este renglón.

10.- La pintura interior y exterior del estadio se ve afectada por los contaminantes atmosféricos principalmente por los gaseosos ó los aerosoles-ácidos; siendo importantes desde luego los efectos causados por las partículas suspendidas totales (PST) que por su alto contenido de hierro, dan a la superficie expuesta un aspecto estético desagradable con sensación de descuido en el mantenimiento. El polvo con compuestos de hierro en el área del estadio afecta a los aficionados, ya que ensucia la ropa. El SO_2 altera el tiempo de secado de las pinturas; también la pintura se afecta en presen

cia de dióxido de azufre disminuyendo su durabilidad, lo que obliga a que sean más frecuentes las labores de repintado ó limpieza de las instalaciones.

11.- El acero de refuerzo de algunos elementos estructurales (vigas, columnas y losas) presenta desgaste importante por corrosión y en algunos casos se observó la desaparición total del acero, quedando solamente el hueco, éste fenómeno sin duda se debe al ataque químico del dióxido de azufre y otros aerosoles ácidos detectados en el área de estudio.

12.- La disminución de visibilidad en el área de estudio se debe principalmente a las partículas en suspensión; sin embargo es importante la presencia de sulfatos 7.66 % del total de PST siendo el factor determinante en la disminución de la visibilidad. Los límites de visibilidad son significativos cuando los rangos del dióxido de azufre son superiores a 0.01 ppm; en el área de estudio los valores de SO_2 reportados oscilan entre 0.001 ppm y 0.271 ppm.

13.- El ozono ataca al hule sintético, los aislamientos de hule, también ataca la celulosa de los textiles; todos los oxidantes decoloran las telas. Concentraciones de 0.02 ppm con exposiciones de 1 hora produce grietas en el hule estirado, en el área se reportaron valores de ozono hasta de 0.123 ppm como valores máximos y valores medios de 0.022 ppm. Se reporta que valores de 0.03 ppm de ozono presenta impedimentos en el rendimiento de los atletas.

14.- El ozono daña a la vegetación, ya que se introduce en la hoja de

la planta y ataca a las células del empalizado, como resultado se destruye la clorofila.

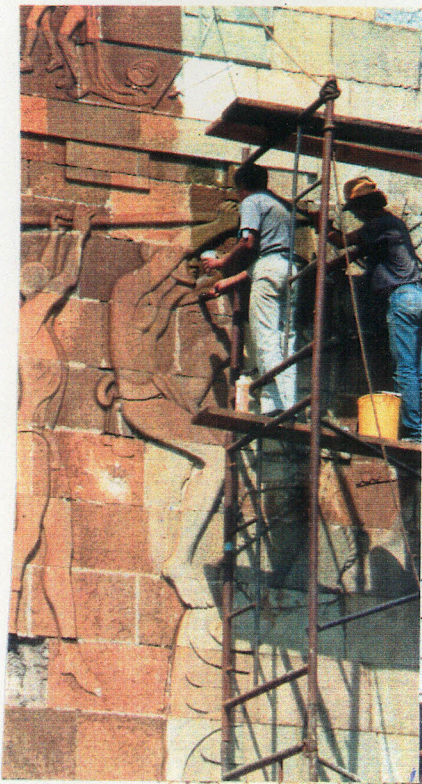
En el área de estudio se observó plantas con follaje dañado, con apariencia de quemaduras en las hojas, síntoma clásico del daño producido por el ozono. Concentraciones medias de 0.02 ppm de ozono, junto con 0.02 ppm de dióxido de azufre actuando en forma sinérgica son niveles mucho menores que los umbrales para los contaminantes individuales; los valores reportados fueron para SO_2 0.024 ppm y 0.022 ppm de ozono como concentraciones medias.

Las plantas son afectadas además por las partículas suspendidas totales que se retienen en el follaje y por otros factores como pueden ser: la falta de humedad, plagas, vandalismo y otros más, sin embargo la contaminación atmosférica en el área seguramente causa daños a la vegetación.

15.- Los automóviles son atacados por los contaminantes presentes en las partículas y en los gases dañando la pintura, empaques y neumáticos,-- ocasionando aumento en los costos de su limpieza y mantenimiento; las partículas suspendidas totales se depositan en las superficies expuestas de los autos y se caracterizan por su color café rojizo y su fuerte adherencia a las superficies. Los gases y los aerosoles causan corrosión en las partes metálicas y agrietamiento en las partes de hule ó plástico.



DAÑOS VISIBLES A LA VEGETACION Y A LOS MATERIALES CAUSADOS POR LA CONTAMINACION DEL AIRE EN EL AREA DEL ESTADIO UNIVERSITARIO.



DAÑOS VISIBLES CAUSADOS POR LA CONTAMINACION DEL AIRE EN EL AREA DEL ESTADIO UNIVERSITARIO.

XI. - DISCUSION. -

PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES:

Los resultados de partículas suspendidas totales indican que se trata de una atmósfera sucia con mala visibilidad, ya que el 55% de los días muestreados en 1989 y el 40.3% de los días estudiados en 1990 rebasaron la norma oficial mexicana que es de $275 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio diario.

Los días que causaron mayor contaminación en la semana fueron de Lunes a Viernes, notándose que sólo un domingo rebasó la norma y de los sábados - muestreados 3 rebasaron la norma mencionada. El valor máximo reportado fué de $576.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el mínimo fué de $94.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el período de 1990.- En 1989 el valor más bajo reportado fué de $140.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el valor máximo es de $357.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las partículas suspendidas totales contienen plomo, hierro, sulfatos, nitratos, calcio, hierro, aluminio, boro, bario, cobre, magnesio, manganeso níquel, silicio y zinc, los cuales fueron analizados; sin embargo esto en la mayoría de los casos representan menos de 50% del total, lo que indica la presencia de otros contaminantes como el polvo natural y otros elementos que no se analizaron.

La fuente industrial más próxima genera sólo por quema de combustible y gas natural 2262.31 Kg por día de P.S.T. y por concepto de los vehículos que circulan por día por la avenida Alfonso Reyes es de 18.33 Kg/día que de acuerdo a la dirección de los vientos afecta en forma directa a las instalaciones del Estadio Universitario.

Durante el período correspondiente a 1990, de 62 días muestreados 12 reportaron valores entre 250 y 274 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 25 días rebasaron la norma según se indica en la tabla de distribución de frecuencias respectiva.

Las partículas suspendidas totales son las responsables principales del ensuciamiento del estadio y sus instalaciones. El polvo daña las superficies pintadas, el vidrio, las plantas y el concreto, ya sea por simple ensuciamiento o porque las sustancias que lo componen reaccionan entre sí o con la superficie donde están depositadas, acelerando el desgaste de las superficies, sulfatando el concreto, opacando los vidrios, oxidando las partes metálicas y dañando las plantas, ya que impide la respiración normal del follaje por simple depósito o causando lesiones como se indicó en la introducción del presente trabajo (Daños a los materiales y a la vegetación).

SULFATOS:

El contenido de sulfatos en las partículas suspendidas totales P.S.T. oscila entre 6.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 39.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presentando un promedio de 19.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Del promedio de PST el 7.66 % corresponden a sulfatos, lo que indica una contribución importante de las industrias que usan combustóleo y gas, así como de los vehículos automotores, ya que se observa en la tabla No. 2 relativa a emisiones por estas fuentes, reportándose que tan sólo por combustóleo se arrojan 215.55 kilos por día de dióxido de azufre y 5.56 kg/día de SO_2 que corresponden a la emisión de los vehículos automotores que circulan por la Ave. Alfonso Reyes; desde luego que por la dirección de vientos también se reciben aportaciones de sulfatos y dióxido de azufre de otras --

fuentes más lejanas. El dióxido de azufre se transforma a sulfitos y a sulfatos. La tabla de distribución de frecuencias indica que 22 días los valores oscilaron entre 15 a 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de los 62 días muestreados, lo que demuestra una concentración muy alta y representa una frecuencia relativa de 35.48 %.

NITRATOS:

Los nitratos en el aire provienen de la transformación de los óxidos de nitrógeno; en los muestreos de 1990 los valores mínimo y máximo fueron de 0.0 - 68.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, obteniéndose un promedio en el período de 14.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; el % de nitratos encontrado en PST fué de 5.98 y en 1989 el valor mínimo fué de 3.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el máximo 41.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un promedio de 17.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo el porcentaje promedio de 6.65% de total de los días muestreados en 1989 de partículas suspendidas totales.

La fuente principal de los nitratos es la quema de combustóleo y gas natural así como de diesel y gasolina, en las industrias cercanas se generan por este concepto 7781.82 kilogramos por día de NO_x y 161.40 Kg/día de NO_x respectivamente, los cuales son precursores de los nitratos.

PLOMO:

El plomo reportado seguramente procede de la quema de gasolinas y de ciertos procesos industriales; sólo por Ave. Alfonso Reyes se tiene un flujo de 41,990 vehículos.

El valor mínimo reportado para el período de 1989 fué de 0.65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

el máximo 2.38 y $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio en el período). El porcentaje en relación con PST fué de 0.47.

Para el año de 1990 los rangos oscilaron de $0.627 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $2.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - con un promedio de $1.242 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el porcentaje en relación a PST fué de - - 0.506.

La norma internacional para plomo es de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio trimestral valor no rebasado para 1990 en los datos procesados. Las concentraciones - más altas reportadas fueron 5 días entre 0.6 y $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 7 días de 0.8- a $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y 8 días de 1.0 a $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ siendo de un 25.8% de frecuen- - cia relativa para este último valor.

HIERRO:

La industria del acero es una de las principales fuentes de generación de compuestos de hierro y su ubicación al oriente y cercana al lugar de - - muestreo la hacen ser motivo de consideración como la fuente principal de - generación de este contaminante.

Los valores reportados para 1990 se encuentran en un rango de 2.591 a $120.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un promedio en el período de $34.303 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el porcentaje promedio para el período fué de 10.93. Para 1989 se encontró valores de - - $11.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $79.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un promedio de $36.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

El porcentaje fué de 13.1 en relación al total de partículas suspendi- - das totales (PST).

Este contaminante se observa en forma macroscópica en toda el área del estadio, destacándose por su color café rojizo ó café oscuro en todas las estructuras, en las hojas de la vegetación, en los pavimentos, en los postes y en las superficies, etc., según se observa en las fotos adjuntas.

Los metales analizados y mostrados en las tablas fueron colectados para la determinación de PST y su determinación se efectuó con un aparato de plasma y absorción atómica, se reportaron valores máximos indicados en las tablas donde se indica además el promedio.

DIOXIDO DE AZUFRE:

Este contaminante es generado principalmente por la quema de combustible y diesel , ya que tan sólo por éstos conceptos se generaron - - - - - 215.55 Kg/día de SO_2 y 5.56Kg/día SO_2 respectivamente.

El valor máximo reportado para 1989 fué de 0.252 ppm promedio horario y para 1990 el promedio horario máximo reportado fué de 0.271 ppm.

La norma oficial mexicana es de 0.13 ppm promedio diario. El valor promedio diario máximo encontrado en el período de 1990 fué de 0.050 ppm menor que la norma; sin embargo los valores detectados y la humedad relativa que se presentó en el período indican que la mayoría de los días de trataba de días con atmósfera corrosiva, lo que seguramente trae como consecuencia el ataque a los materiales metálicos y al concreto.

9 días se reportaron valores promedio diarios de SO_2 entre 0.018 y 0.019 ppm correspondiente al 18% de frecuencia relativa, los valores más altos de

SO₂ generalmente se presentaron entre las 10:00 y las 12:00 hrs. del día. Se anexan las tablas de resultados histogramas y las gráficas correspondientes.

OZONO:

La norma oficial mexicana para este parámetro es de 0.11 ppm (promedio horario máximo). Durante los muestreos se observaron valores máximos de 0.271 ppm, medio de 0.022 (menor que la norma) y como valor máximo 0.000 ppm, ésto fué para el período del 27 de Julio al 16 de Octubre de 1990 y durante 1989 los valores reportados fueron 0.252 ppm como máximo; 0.024 ppm como valor medio y 0.000 como valor máximo.

Los valores máximos que se presentaron en días soleados fueron entre las 13:00 y las 15:00 hrs., los óxidos de nitrógeno y la luz solar son dos elementos determinantes en este parámetro.

Los óxidos de nitrógeno generados tan sólo en las cercanías de la zona de estudio y en dirección hacia donde sopla el viento considerando tan sólo la quema de combustibles en la industria del acero, la planta termoeléctrica y los vehículos de la Ave. Alfonso Reyes son de 7943.22 Kg/día; -- cifra que seguramente se verá incrementada por todas las fuentes generadoras de este contaminante y que están ubicadas a varios kilómetros de distancia como lo puede ser la Termoeléctrica Apodaca y las fuentes fijas ó móviles de San Nicolás de los Garza ó Apodaca, N.L.

El ozono no es uno de los principales oxidante y por las concentraciones reportadas se le puede considerar como responsable de los efectos corrosivos en los materiales del estadio, sus instalaciones y las áreas verdes, como se indicó en la introducción del presente trabajo.

Se adjuntan tablas y gráficas de resultados, así como los histogramas correspondientes.

OXIDOS DE NITROGENO:

No hay norma oficial mexicana para este contaminante; se reporta un valor máximo de 0.274 ppm, un valor medio de 0.038 y un mínimo de 0.004 ppm para el período del 27 de Julio al 16 de Octubre de 1990. Durante 1989 para el período comprendido entre el 19 de Octubre y el 10 de Noviembre el valor máximo fué de 0.356 ppm, el medio de 0.064 ppm y el mínimo de 0.007 ppm (valores obtenidos de los promedios horarios).

La norma oficial mexicana se refiere al dióxido de nitrógeno (NO_2) y es de 0.21ppm (promedio horario máximo). Los valores reportados para este parámetro fueron de 0.124 ppm, 0.42 ppm y 0.006 ppm como valores máximo, medio y mínimo para el período de 1989, para 1990 se reporta un valor máximo de NO_2 de 0.080 ppm, un valor medio de 0.023 ppm y un mínimo de 0.005 ppm; en ningún caso se rebasa la norma; sin embargo los valores reportados en ambos períodos sugieren la formación de ácido nítrico, sobre todo los días en que la humedad relativa fué superior al 60%.

Por lo anterior y por los efectos observados en el estadio y sus instalaciones se considera que los efectos de corrosión observados en el estadio y sus instalaciones son atribuibles a la presencia de estos contaminantes ó a sus combinaciones (contaminantes secundarios).

La emisión estimada de óxidos de nitrógeno al oriente del estadio se estiman en más de 2900 toneladas por año.

Las concentraciones máximas reportadas generalmente son entre las 19:00 y las 21:00 hrs.

MONOXIDO DE CARBONO:

Las máximas concentraciones de monóxido de carbono reportadas fueron entre las 18:00 y las 21:00 hrs. y ésto seguramente se debe al intenso flujo vehicular de Sur a Norte por la Ave. Alfonso Reyes, la cual tiene un flujo vehicular del orden de los 41990 y a la hora en que se presentan las concentraciones el flujo es de 3600 vehículos/hora aproximadamente, predominando los vehículos ligeros que consumen gasolina; en total se generan -- 1963 Kg/día de monóxido de carbono por ese concepto y 401 Kg/día por actividad industrial, en el área Hylsa tan sólo por la quema de combustóleo y -- gas natural, cifras desde luego muy conservadoras por la posibilidad de que contribuyan muchas otras fuentes ubicadas al oriente del área de estudio.

La norma oficial mexicana por este contaminante es de 13 ppm promedio en 8 horas máximo.

XII.- RECOMENDACIONES:

De acuerdo a los resultados obtenidos y tomando en cuenta la gravedad de la contaminación del aire en Ciudad Universitaria, es conveniente sugerir las siguientes recomendaciones:

1.- Gestionar ante el grupo acero HYLSA que se cambie el uso de combustible por gas natural, ya que en la termoeléctrica es donde se genera la mayor cantidad de contaminación en la zona y que se aceleren los trabajos de instalación de equipos para el control de polvos fugitivos en el área de fundición y hierro esponja, ya que es ahí donde se generan los polvos que contienen hierro y sus compuestos.

2.- Proponer alternativas de ingeniería de tránsito para evitar los congestionamientos de vehículos en los alrededores y en el interior de Cd. Universitaria, ya que ésta fuente representa un gran porcentaje de la contaminación atmosférica en el área.

3.- Reforestación masiva en las industrias próximas a Cd. Universitaria así como en camellones, banquetas y demás áreas disponibles dentro y fuera de Cd. Universitaria, ésta medida contribuirá al mejoramiento estético, disminuirá la temperatura y sobre todo la vegetación actuará como una barrera de contención de los contaminantes.

4.- Alentar el transporte colectivo tipo metro ó de otro tipo para desalentar el uso del automóvil individual.

5.- En las estructuras del estadio evitar la humedad por fugas y aumentar las labores de mantenimiento para resane de grietas y otros daños -- que presente el concreto y disminuir los riesgos de incremento de los daños.

6.- Evitar entrenamientos o juegos en las horas de mayor contaminación por ozono, que son de las 12:00 a las 14:00 horas en días soleados, ya que el ozono disminuye el rendimiento de los atletas y causa molestias a los espectadores.

7.- Empacar las luminarias para evitar que los aerosoles ácidos ó las partículas suspendidas totales penetren y disminuyan el nivel de iluminación y acorten su vida.

8.- Efectuar un estudio de calidad del aire en Cd. Universitaria que incluya efectos en las personas expuestas (estudiantes y trabajadores), ya que se trata de una población estimada en 43000 personas que permanecen 8 horas ó más en el área de Ciudad Universitaria.

9.- Promover y colaborar para el establecimiento de estaciones de verificación y diagnóstico vehicular, ya que los vehículos automotores son una de las fuentes principales de emisión de contaminantes.

Pugnar porque se surtan combustibles de mejor calidad, como son la gasolina sin plomo y el diesel con un contenido menor de azufre.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- López Cano José Luis. Métodos e Hipótesis Científicos.
Segunda Edición, Editorial Trillas, México 1983, Pág. 76.
- 2.- W. Strauss. S.J. Mainwarning, Contaminación del Aire, Causas, Efectos y Soluciones, Primera Edición. Editorial Trillas 1990, Pág. 89.
- 3.- Zubizarreta G. Armando F. La Aventura del Trabajo Intelectual. Fondo-Educativo Interamericano, Primera Edición 1969, Pág. 158.
- 4.- Wark. Kenneth, Warner Cecil F. Contaminación del Aire. Origen y Control. Noriega Editores Limusa 1990, Págs. 45 y 533.
- 5.- Croxford. S.R.M.J. Suess. Manual de Calidad del Aire en el Medio Urbano. Organización Panamericana de la Salud, 1990, Pág. 177.
- 6.- Seinfeld Jonh H. Contaminación Atmosférica. Fundamentos Físicos y Químicos. Mc Graw Hill Inc. 1975, Págs. 60, 61, 198 y 204.
- 7.- Bubenick David V. Acid Rain Information Book. Second Edition. Noyes-Publications. 1984, Págs. 25, 33, 283 y 293.
- 8.- Primer Simposio Internacional sobre Clima Urbano, Contaminación del Aire y Planeación en Ciudades Tropicales. Guadalajara, Jal. 1990.
- 9.- Memorias VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Septiembre de 1990, Oaxaca, Méx.
- 10.- APCA. The Impact of Mixing Cooling Tower and Power Plants. Plumes on Sulfate Aerosol Formation. April 1982, Vol. 32, No. 4.

- 11.- Macher Cesar Ing. Consultor OPS. Memorias Curso Intensivo Contaminación Atmosférica.
- 12.- Albert A. Lilia. Curso Básico de Toxicología Ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Pág. 56.
- 13.- Stker Stephen H. Seager L. Spencer. Environmental Chemistry air and Water Polluyion.
- 14.- Varios Autores. "Evaluación epidemiológica de riestos causados por -- agentes químicos ambientales " Centro de Ecología Humana y Salud. Ed. Limusa 1988 Págs. 151, 152 y 153.
- 15.- Varios Autores " Criterios de Salud Ambiental " Organización Mundial de la Salud, Publicación científica No. 403, 1980.
- 16.- " Guías de calidad del aire para Europa ", Centro de Ecología Humana y salud " O.M.S. 1990.
- 17.- " Criterios de Salud Ambiental" No. 13 Monóxido de Carbono. Publicación científica No. 455 O.M.S. 1980.
- 18.- Sawyer and Mc Carty. Chemistry for Environmental Engineering. Third - Edition. Mc Graw-Hill Book Company 1978.
- 19.- Stoker and Seager. Environmental CHEmistry Air And Water Pollution. Scott. Foresman and Company 1972.
- 20.- OPS, OMS, Documentos Técnicos No. 9, Análisis e Interpretación de Datos de Vigilancia del Aire. 1982.
- 21.- Apha Intersociety Committee. Methods of Air Sampling and Analysis. Second Edition 1977.

A G R A D E C I M I E N T O S

Agradecemos profundamente la colaboración de:

- La Srita. Catalina Rodríguez Falcón, por su eficiente trabajo de mecanografía y fotocopiado.
- Arq. Griselda Guadalupe Guerra García, por la preparación de dibujos, gráficas y formatos.
- A los Ings. José Ricardo Rodríguez Cabrera y José Luis Dávila Cavazos por el procesamiento de la información.

