MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE INVESTIGACION DEL AMBIENTE

ESTUDIO SOBRE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA PRODUCIDA POR LA "C.A. FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS" DE LA VEGA

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Dirección de Protección Ambiental
DIVISION DE CONTROL DE Contaminación Atmosférica y Sónica

El Hatillo, Abril 1.982

14-10-82

PERSONAL PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO

Programación, Dirección y Coordinación del Estudio:

Ingenieros: Ernesto Vásquez I., Otilio González y Antonio Ricóveri.

Actividades de Campo:

Ingenieros: Ernesto Vásquez I., Otilio González y Antonio Ricóveri.

Asistentes de Ingeniería: Mauricio Blanco y Víctor Negrón.

Inspectores Sanitarios: Pedro Rodríguez, David Díaz y Marco Rangel.

Exámenes y Análisis de Laboratorio:

Licenciados: Julia Costa, Obdulia Marcos, José Bates.

Cómputos y Procesamiento de Datos:

Ingenieros: Ernesto Vásquez I., Otilio González y Antonio Ricóveri.

Asistentes de Ingeniería: Mauricio Blanco y Delkys de Osorio.

Trabajos de Dibujo:

Señor: César Coronil

Redacción del Informe:

Ingenieros: Ernesto Vásquez I. y Otilio González

Asesor:

Ingeniero: Manuel Torres Parra

Trabajos de Mecanografía:

Srta. Mary Romero

I N D I C E

SECCION	PAGINA
SUMARIO	1
INTRODUCCION	2
ANTECEDENTES	5
METODOLOGIA	13
DISCUSION DE RESULTADOS	18
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
BIBLIOGRAFIA	29

ANEXOS:

ANEXO A: PLAN DE MUESTREO.....

ANEXO B: TABLAS.....

GRAFICOS.....

ANEXO C: INVENTARIO DE LA FABRICA....

ANEXO D: MUESTREO EN CHIMENEA.....

S U M A R I O

Las alteraciones del ambiente, causadas por las actividades del hombre, tales como la polución del aire de las urbanizaciones o áreas urbanas son obvios. Pero la interacción de los componentes del ambiente global y la dispersión y transporte de contaminantes hacen que los efectos sobre otras actividades del hombre sean menos obvias y por esta razón, menos detectables.

Alteraciones de la composición química de la atmósfera por medio de sustancias naturales y de emisiones de actividades antropocéntricas y sus subsiguientes efectos sobre los organismos vivos es un punto que está interconectado con el sistema ambiental, ya que las sustancias emitidas al aire son removidas mediante procesos naturales de la atmósfera, no obstante, cuando la tasa de emisión de sustancia es superior a la tasa de remoción, la atmósfera pierde sus características y en la medida en que las sustancias permanezcan en el aire surge la contaminación atmósférica.

Desde el punto de vista ecológico, el aire se considera contaminado cuando la concentración de sustancia (s) es lo suficientemente elevado como para provocar malestar a la salud humana y deterioro en el ambiente.

Este informe ha surgido de la gran importancia de investigar la generación de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuentes fijes y se espera que sea tomado como base para la puesta en vigencia de aquellas medidas evidentes de control que pudieran y debieran ser implementadas de inmediato o a corto plazo.

INTRODUCCION

La Dirección de Investigación del Ambiente (D.I.A.) adscrita a la Dirección General de Información e Investigación del Ambiente del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, a solicitud de la Zona I de este Ministerio, ha realizado un estudio, que incluye un muestreo en los alrededores y en una chimenea, a la "C.A. Fábrica Nacional de Cemento", planta ubicada en la parroquia La Vega, al oeste de la ciudad de Caracas.

En vista de la eventual salida física de la "C.A. Fábrica Nacional de Cementos" por dar cumplimiento al Decreto Presidencial para la desconcentración industrial del área metropolitana se ha elaborado este informe, producto de una investigación cuyo objeto es determinar la contribución de esas instalaciones a la contaminación atmosférica en el área donde la industria está ubicada.

El estudio incluyó mediciones de calidad de aire para determinar los niveles de concentración de contaminantes en dicha área; mediciones de las condiciones meteorológicas que influyen en el comportamiento de los contaminantes, principalmente en su transporte y dispersión; finalmente cuantificación de las emisiones de contaminantes por una de las chimeneas, además se hicieron inspecciones visuales de los sistemas de control que posee la industria. Los contaminantes medidos fueron polvo total en suspensión y polvo sedimentable; se realizaron además, análisis de calcio, expresado como óxido de calcio, en las muestras de partículas en suspensión, debido a que el calcio es un componente característico de este tipo de industria, lo que permite utilizarlo como trazador.

La investigación mostró que las concentraciones promedio del polvo total en suspensión en los cuatros puntos de muestreo superó el valor estándar primario de 75 $\mu g/m^3$ como media anual. Además reveló que las concentraciones de calcio, expresadas como óxido de calcio, resultaron hasta nueve veces mayores a las concentraciones encontradas en otras áreas de Caracas, y por consecuencia, se presume que los altos niveles de concentración de partículas son producto de las emisiones de la fábrica de cemento. Se determinó que la zona presenta un grado de contaminación atmosférica alto y que las áreas más afectadas son las que se encuentran cercanas a la fábrica y alrededor del norte de ésta.

Las concentraciones de polvo sedimentable superaron el estándar fijado por la Organización Panamericana de la Salud, de 5grs/m^2/mes corroborando la contaminación atmosférica presente en la zona.

Por otro lado, la Emisión Total de Partículas de la fábrica no se determinó, debido a que no se muestrearon todas las chimeneas de los hornos y por la diversidad de fuentes de emisión que presenta el proceso, sin embargo, en la única chimenea estudiada se encontraron emisiones de 6.53 y 8.43 Kgs/hr que superan la Norma Federal de Estados Unidos, pero no superan las normas venezolanas que se encuentran en estudio.

Según el análisis de los registros meteorológicos se estimó que la dispersión de contaminantes en esa zona es deficiente, debido fundamentalmente a las bajas velocidades del viento, y a la cercanía de montañas, entre otros factores.

En base a lo anterior se recomienda instalar una estación fija en la zona de estudio, de manera de llevar un registro de los niveles de polvo total en suspensión y polvo sedimentable; efectuar muestreos en todas las chimeneas, para determinar la Emisión Total de Partículas aportadas por esta industria; realizar un seguimiento al funcionamiento y mantenimiento de los dispositivos de control; instalar una estación meteorológica, que reporte las condiciones climáticas prevalecientes en esa zona, evaluar las eficiencias reales de los equipos de control que posee esta industria, y por último, ya que los altos niveles de concentración de materia particulado en la atmósfera pueden afectar o incidir en las enfermedades respiratorias, principalmente en los niños, y debido a que "C.A. Fábrica Nacional de Cementos" es la única fábrica ubicada en La Vega que posee procesos generadores de polvo, es recomendable tomar medidas inmediatas para controlar tales emisiones de manera de bajar los niveles de material particulado. Adicionalmente se hace necesario tomar en cuenta medidas a aplicar a la fábrica, a largo plazo, según el resultado de las medidas anteriores, entre las que se pueden sugerir: exigencia de una tecnología más adecuada para el control de la contaminación según el tipo de polvo que emiten; eliminación de algunas fuentes actuales de contaminación, etc.

ANTECEDENTES

Dentro de las industrias minerales inventariadas en el Valle de Caracas cabe destacar a la "C.A. Fábrica Nacional de Cementos" la cual, presuntamente, emite una gran masa de partículas, constituyéndose en la fuente emisora de contaminantes más importante dentro del área bajo estudio. Además, esta industria de cemento emite el 21.44% de la emisión anual de partículas en el Valle de Caracas, según el Inventario de fuentes de contaminación atmosférica, realizado en el Valle de Caracas.

La "C.A. Fábrica Nacional de Cementos" se encuentra ubicada al final de la Calle Real de la Vega, produce anualmente 12.000.000 sacos (510.000 Ton.) de cemento Portland, gris tipo I, con un itinerario de operación de 24 horas al día, en 3 turnos de trabajo, 7 días a la semana, operando la planta, por lo tanto, 310 días al año aproximadamente.

Las materias primas consumidas anualmente son: 528.000 Ton. de caliza, 352.000 Ton. de arcilla y 30.000 Ton. de yeso.

Esta industria produce cementos Portland por vía seca, que se fabrica en su forma más simple, con una mezcla adecuada de un componente calcáreo y otro arcilloso, el componente calcáreo suministra la mayor parte de la cal, mientras que el arcilloso suministra la sílice, la alúmina y el óxido férrico. Esta mezcla finamente molida (harina cruda) y perfectamente dosificada se introduce en 4 hornos rotatorios en donde se calienta hasta la temperatura de fusión parcial (600 - 650°C) para producir clinker, que luego se muele finamente con una pequeña adición de yeso para obtener el cemento.

El combustible que utiliza es gas natural suministrado por la C.V.P., consumiendo 55.000.000 m^3 por año, estimándose 1200 Kcal/Kgs clinker producido.

Las fábricas de cemento se han considerado como fuentes puntuales importantes de emisión de contaminantes atmosféricos, entendiéndose como fuente puntual que emite 100 o más toneladas por año de cualquiera de los 5 contaminantes considerados primarios: monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas e hidrocarburos, o aquella que sea considerada como fuente potencialmente contaminadora, entre las que se pueden contar las industrias de productos minerales.

La fabricación de cemento incluye varios procesos, todos ellos generadores de partículas: recepción de la mteria prima, trituración y almacenaje, molienda, homogenización, cocción para la producción del clinker, mezcla del clinker con yeso, almacenaje, empaque y despacho del cemento. Las emisiones incluyen los productos de combustión normales del combustible utilizado para las operaciones en los hornos, inclusive cantidades variables de SO_2, dependiendo del contenido de azufre en el combustible.

Las partículas son la emisión principal en la manufactura del cemento Portland. La fuente más importante de emisión en la industria del cemento es el horno, la materia particulada generada la operación del mismo, puede variar de 1 a 25% de la emisión total, expresados en término de cemento terminado. Las emisiones de dióxido de azufre durante esa operación generalmente son muy pequeñas.

El horno por sí mismo tiene 3 funciones: secado, calcinación y clinkerización y consta de tres unidades que son el sistema de alimentación, el sistema de combustible y el sistema de manejo de clinker.

Las emisiones gaseosas de la combustión en el horno son generalmente insuficientes para crear un problema significativo de la polución atmosférica. La mayor parte de dióxido de azufre formado se combina con los álcalis y con la cal.

Pruebas realizadas en los gases de salida de los hornos, quemando carbón con 2.8% de azufre, han reportado concentraciones de dióxido de azufre en un rango de 6 a 39 ppm, además debido a las altas temperaturas en los hornos, pueden formarse óxidos de nitrógeno que pueden afectar áreas donde se ha experimentado polución del aire del tipo fotoquímico.

Las emisiones teóricas de este tipo de industria se estiman por los factores de emisión, extraídos del "Compilation of air pollutant emission factors" de la E.P.A., 1973 y son los siguientes:

CONTAMINANTE	HORNOS*	MOLINOS Y SECADO*
Partículas	122 Kg/Ton	48 Kg/Ton
SO_2	5.1 "	———
NO_2	1.3 "	

*Valores sin equipos de control para emisiones.

La materia particulada emitida en las industrias cementeras puede ser colectada apropiadamente por medio de una buena instalación de equipo en la planta y una adecuada selección de filtros (de manga, multiciclones y precipitadores electrostáticos), se han obtenido emisiones tan bajas como de 2.5 a 28.4 gramos/$_m$3 en buenos diseños de control en estas industrias.

Los sistemas de control que posee esta fábrica son:
14 filtro de manga; 5 filtros mecánicos de ciclones y 7 precipitadores electrostáticos, ubicados en los siguientes puntos:

5 filtros electrostáticos y 3 de ciclones en los hornos,
2 " de manga en la trituración,
4 " " " " " molienda de harina cruda,
1 " " " " " los silos de crudo,
1 " " " " " el transporte de clinker,
4 " " " " " almacenaje y ensacado,
2 " " " " " y 2 electrostáticos en los molinos de clinker,
2 filtros mecánicos de ciclones en los enfriadores de los hornos.

En la fábrica estudiada se estimaron las emisiones de partículas en varias etapas del proceso. En el proceso de molienda que implica el secado y la reducción a polvo fino en molinos tubulares, la planta posee 4 molinos, los cuales tienen adaptados filtros para la recolección de material particulado con una eficiencia teórica de 99%. En la tabla Nº 1 se presentan la capacidad y las emisiones en los procesos de molienda y secado. Se puede observar que se emiten 840 Kg/día, lo que equivale a 252 toneladas al año.

TABLA Nº 1

EMISIONES POR PROCESOS DE MOLIENDA Y SECADO

Molino y Secado	Capacidad (Ton/día)	Eficiencia del Control	Emisión de Partículas (Kgs/día)
M-1	300	Filtro 99%	144
M-2	300	Filtro 99%	144
M-3	550	Filtro 99%	264
M-4	600	Filtro 99%	288
Total	1750		840

Para la cocción de la harina cruda y elaboración del clinker, la empresa posee 4 hornos tubulares, tres de los cuales poseen como sistema de control, ciclones múltiples en serie con un precipitador electrostático (^{C}/pe), eficiencia 97.5% y el cuarto horno posee dos precipitadores electrostáticos en serie (pe/pe), con una eficiencia del 98%. En la tabla Nº 2 se indican la capacidad, eficiencia y emisión anual cuando los sistemas de control trabajan eficientemente.

T A B L A Nº 2

EMISIONES ESTIMADAS EN LOS HORNOS DE COCCION CON SISTEMA DE CONTROL

HORNO	CAPACIDAD (TON/DIA)	CONTROL Y EFICIENCIA	EMISION DE PARTICULAS (KG/AÑO)
H1	300	C/pe 97.5%	915
H_2	300	C/pe 97.5%	915
H_3	550	C/pe 97.5%	1677
H_4	600	pe/pe 98%	1464
T O T A L	1750		4971
TON / AÑO	72500		1491.3

Estas emisiones con control parcial fueron promediados con las emisiones con control total y se han considerado como las emisiones estimadas, lo que significa suponer que en un 50% del tiempo, la planta opera con condiciones óptimas de control.

T A B L A Nº 3

EMISION ESTIMADA CON CONTROL PARCIAL

HORNO	CONTROL Y EFICIENCIA	EMISIONES DE PARTICULAS (KG/DIA)
H_1	C 80%	7320
H_2	C 80%	7320
H_3	C 80%	13420
H_4	pe 95%	3660
TOTAL KG/DIA		31720

La emisión promedio de partículas en los hornos es de 18346 Kgs/día, es decir 5504 Ton/año.

TABLA Nº 4

EMISIONES ESTIMADAS

	PARTICULAS (Kgs/día)	PARTICULAS (Ton / año)
HORNOS	18345.5	5503.6
MOLINOS	840	252
TOTAL	19185.5	5755

La empresa realizó, en una oportunidad, mediciones en cada una de las chimeneas de los hornos y determinó los siguientes valores para materia particulada con los equipos de control funcionando. En la tabla Nº 5 se dan estos valores, con los que se obtienen las emisiones en ton/día determinados por la empresa y se comparan en la tabla Nº. 6 con los valores estimados a partir del uso de los factores de emisión.

TABLA Nº 5

EMISIONES DE LOS HORNOS, SUMINISTRADOS POR LA EMPRESA

HORNOS	EMISION (g/m^3)	CAUDAL DE AIRE (M^3/día)
H_1	0.4	3.427.200
H_2	0.4	3.427.200
H_3	0.4	3.427.200
H_4	0.1	6.520.320

TABLA Nº 6

EMISIONES DE PARTICULAS DETERMINADAS POR LA EMPRESA Y LAS ESTIMADAS USANDO FACTORES DE EMISION

	EMISION DE PARTICULAS (Kg/día)	
HORNOS	DETERMINADAS POR LA EMPRESA	USANDO FACTORES DE EMISION
H_1	1371	915
H_2	1371	915
H_3	1371	1678
H_4	652	1464
TOTALES	4765	4972

El valor total usando factores de emisión y el medido por la empresa ; con equipos de control funcionando, difieren solo en un 4%.

Una observación importante que hizo el técnico evaluador,en la oportunidad en que se realizó la encuesta, es que en diversas oportunidades en que visitó la planta, los precipitadores electrostáticos no trabajaban en forma regular y algunos filtros de manga no operaban o lo hacían ineficientemente, hecho corroborado en el presente estudio,ya que se observó filtros de manga sin operar y sin ningun mantenimiento que asegurara su funcionamiento eficaz, lo cual se traduce en un incremento de la cantidad de emisiones producidas por esta planta a lo largo de todo su proceso, debido a esto fue, que se calculó las emisiones estimadas con control parcial.

Existen documentos relacionados con el efecto del polvo de cemento, que mencionan que cuando éste no contiene sílica libre, no se han encontrado evidencias de que sea dañino a la salud y en análisis hechos a trabajadores de plantas de cemento, concluyeron que inhalaciones prolongadas en este polvo no han influenciado sobre la susceptibilidad en enfermedades tuberculosas o sobre su subsiguiente evolución.

Pero mediante estudios epidemiológicos se ha llegado a la conclusión que cuando la concentración de material particulado está en el rango entre 100 y 130 $\mu g/m^3$ como media anual en combinación con dióxido de azufre producen efectos nocivos sobre los niños residentes en áreas cercanas, traduciéndose estos efectos en un incremento en ciertas enfermedades respiratorias. Así mismo, existen efectos sobre las propiedades cuando las concentraciones están entre un rango de 60 a 180 $\mu g/m^3$ como media anual, en presencia de dióxido de azufre produciendo un acelerado deterioro en los materiales de acero y zinc, y en general, existen efectos negativos sobre la visibilidad, vegetación y estética.

Las normas máxima permisibles que se tomarán en cuenta para evaluar los niveles de concentración de contaminantes en este estudio son los siguientes:

CONTAMINANTE	TIEMPO PROMEDIO	NORMA PRIMARIA(a)	NORMA SECUNDARIA(b)
Partículas en Suspensión	Anual (Media Geométrica)	75 $\mu g/m^3$	60 $\mu g/m^3$
	24 horas	260 $\mu g/m^3$	150 $\mu g/m^3$

(a) Se establece para protección a la salud

(b) " " " proteger el bienestar, e incluye los efectos en los suelos, visibilidad, clima y daños a la propiedad.

METODOLOGIA

A continuación se presentan la metodología empleada para llevar a cabo el muestreo de calidad de aire en los alrededores de la "C.A. Fabrica Nacional de Cementos" (La Vega - Caracas), el cual tuvo como finalidad básica la determinación de los niveles de partículas en suspensión, polvo sedimentable y calcio expresado como óxido de calcio como trazador característico de esta industria, además se tomaron registros continuos de velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa y precipitación.

La metodología a seguir fue la siguiente:

Entrevista con el Gerente Técnico de la fábrica con el objeto de hacer un recorrido a la planta para determinar las posibles fuentes de emisión de particulados a la atmósfera, así como verificar la existencia y funcionamiento de los dispositivos de control de contaminantes.

Durante el período comprendido entre el 03/06/81 al 19/06/81 se procedió a ejecutar actividades preliminares imprescindibles para el muestreo las cuales constaron de:

a) Revisión bibliográfica, en el cual se recabó información técnica del proceso de factoría del cemento y la relacionada con este tipo de problema.

b) Obtención de la planimetría del área en estudio, donde se encuentran la planta y los alrededores posiblemente afectados por contaminación.

c) Ubicación tentativa de los sitios para instalar estaciones de muestreo.

d) Selección y ubicación de los sitios apropiados para la instalación y puesta en marcha de las estaciones de muestreo de contaminantes atmosféricos y de registros meteorológicos.

e) Permisología para la instalación de las estaciones de muestreo.

f) Acondicionamiento de los equipos de muestreo, para que su operación durante el período de muestreo sea lo más satisfactorio posible.

g) Solicitud de apoyo logístico por parte de la Zona 1 del MARNR.

h) Elaboración del plan de muestreo, el cual está en el anexo A, elaborado según las características específicas de la planta y de la zona en estudio.

De lo anterior, se seleccionaron cuatro (4) puntos de muestreo ubicados como se indican a continuación:

Estación Nº 1: Escuela de la Fábrica Nacional de Cemento.

" Nº 2: Escuela "Alejandro Fuenmayor"

" Nº 3: Módulo Policial "Los Mangos"

" Nº 4: Centro Comercial "Euba"

Los factores tomados en cuenta para seleccionar estos puntos de muestreo están indicados en el plan de muestreo.

Recursos necesarios: Para llevar a cabo las actividades mencionadas y las de muestreo se contó con los siguientes recursos:

I. Equipos de Campo

a) Nueve (9) muestreadores de alto volumen (High-Vol)

b) Cuatro (4) Jarras

c) Una (1) estación meteorológica

d) Papel de Filtro especial

II. Personal

a) Tres (3) Ingenieros

b) Un (1) Inspector

c) Dos (2) Licenciados en Química

III. Material de Laboratorio

a) Una (1) balanza analítica específica para análisis de aire.

b) Una (1) cámara de desecación específica para análisis de aire.

c) Reactivo necesarios y un espectrofotómetro de adsorción atómica, Perkin Elmer, modelo 4000.

IV. Transporte

a) Un (1) vehículo durante el tiempo que requiera las actividades.

Los contaminantes escogidos fueron los típicos emitidos por este tipo de industria.

Polvo total en suspensión (TSP)
Polvo sedimentable total
Calcio expresado como óxido de calcio

Además se instaló una estación meteorológica que registraba los datos continuos de los siguientes parámetros: velocidad y dirección del viento, precipitación, humedad relativa y temperatura.

Después de las actividades anteriores se procedió a la instalación y puesta en marcha de las estaciones de muestreo y meteorología según el cronograma que se presentan a continuación:

ESTACIONES	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION
TSP	20/06/81	02/07/81
Polvo Sedimentable	20/06/81	20/07/81
Meteorología	22/06/81	21/07/81

La frecuencia de recolección de muestras para los diversos parámetros fueron las siguientes:

PARAMETROS	FRECUENCIA DE RECOLECCION
TSP	4 diarios (1 por estación)
Polvo Sedimentable total	4 mensual (1 por estación)

Los registros meteorológicos fueron obtenidos continuamente durante 29 días, los parámetros fueron: velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa y precipitación.

Para la determinación de calcio en las partículas atmosféricas suspendidas las muestras fueron tratadas con una mezcla ácido nítrico 2,6M+ ácido clohídrico 0,9M, en un vibrador ultrasónico siguiendo la metodología de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (17). En la solución resultante se determinó calcio por espectrofotometría de absorción atómica, expresando el resultado como óxido de calcio (CaO) por aplicación del factor correspondiente.

DISCUSION DE RESULTADOS

De las 4 estaciones de muestreo de calidad de aire se obtuvieron 47 muestras de TSP y 4 muestras de polvo total sedimentable, de la estación meteorológica se lograron registros continuos un mes de los siguientes parametros meteorológicos: Velocidad y Dirección del viento, humedad relativa, temperatura y pluviosidad. En el muestreo de chimenea se tomaron 2 muestras en la chimenea Nº 4 correspondiente al horno Nº 4.

En la tabla Nº 7 (Anexo B) se muestra en forma tabulada los estándares de polvo total en suspensión (TSP) para varios países y organizaciones especializadas en esta materia, y que puede observar que los estándares propuestos en el "Proyecto de Reglamento de la Ley Orgánica del Ambiente sobre el Control de la Calidad Atmosférica" del país, están en el mismo rango, con respecto a los demás estándares.

De los resultados obtenidos de TSP que se presentan en la tabla Nº 8 se observa un incremento de la concentración diaria en cada punto de muestreo en los últimos cuatro días del período de muestreo. De esta tabla se originaron los gráficos N^{os} 1, 2, 3 y 4 los cuales presentan para cada uno de los puntos de muestreo, la variación de la concentración de polvo total en suspensión con el día de la semana para los datos obtenidos en el muestreo durante el período 20/06/81 al 02/07/81. En estos gráficos se especifican los estándares primarios para polvo total en suspensión y además, el promedio global de los resultados obtenidos para cada punto de muestreo.

La fábrica estudiada será considerada como fuente contaminadora en la medida que los valores reportados de contaminantes en los puntos de muestreo, ubicados en el área bajo estudio; excedan los estándares primarios de calidad de aire para polvo total en suspensión y además por medio del trazador o indicador característico de sus emisiones, se determine que este polvo proviene de la fábrica. Estos estándares primarios son 75$\mu g/m^3$ como media anual y/o de 260$\mu g/m^3$ para 24 horas; este estándar primario para 24 horas no debe ser excedido más de una vez al año.

Es de hacer notar que los valores de estos estándares fueron tomados del "Reglamento Nº S/N de la Ley Orgánica del Ambiente sobre el Control de la Calidad Atmosférica de Venezuela" el cual está sujeto a aprobación par parte del Ejecutivo.

En los cuatro gráficos mencionados, se observa que el estándar primario para 24 horas no fue excedido en ninguno de los 4 puntos de muestreo, sin embargo, el promedio global para cada punto de muestreo excedió el estándar primario de 75$\mu g/m^3$ como media anual.

La comparación entre el promedio global del período de muestreo y el estándar como media anual es válida ya que el período de muestreo es representativo.

En la tabla Nº 9 se presenta la capacidad de producción en ton/día para cada horno que posee la planta, dando en total 1750 ton/día de producción nominal y en la tabla Nº 10 se presenta la producción diaria de clinker de la empresa durante el período de muestreo, según los informes de producción suministrados por la empresa, esta tabla generó el gráfico Nº 5 en el cual se observa que la producción de clinker de la planta durante los días de muestreo fue siempre inferior a su capacidad nominal, encontrándose una producción mínima de 285 ton/día que representa el 16% de su producción nominal y una producción máxima de 1095 ton/día que representa el 63% de su producción nominal.

Se determinó por medio de la tabla Nº 10 que la planta trabajó a un 40% de su capacidad de producción, durante el período de muestreo.

El gráfico Nº 6 presenta el promedio global de TSP durante el período de muestreo y se observa que la concentración aumenta considerablemente en los últimos cuatro días, esto es debido, quizás, a que aumentó la producción de clinker por la planta o que entró en funcionamiento el horno Nº 1, que puede tener problemas en el sistema de control. Por lo tanto, se puede deducir que la concentración de partículas en el área bajo estudio está, entre otros factores, relacionada con la producción de cemento de la fábrica.

En la tabla Nº 11 se presentan, para cada uno de los puntos de muestreo, el promedio global (aritmético y geométrico), desviación estándar, concentraciones máximas y el día en el cual ocurrieron dichas concentraciones, aquí se puede observar que los promedios globales de las concentraciones de TSP fueron 137, 121, 91 y 79 $\mu g/m^3$ correspondientes a los puntos de muestreo: Nº 1, Escuela de la Fábrica Nacional de Cementos; Nº 2, Escuela "Alejandro Fuenmayor"; Nº 3, Módulo Policial "Los Mangos" y Nº 4, Centro Comercial "Euba".

Las concentraciones máximas fueron: 244, 239, 178 y 140 $\mu g/m^3$ y las mínimas: 53, 53, 38 y 57 $\mu g/m^3$ correspondientes a los puntos de muestreo N^{os} 1,2, 3 y 4 respectivamente.

La tabla Nº 11 originó la gráfica Nº 7 donde se presenta el promedio aritmético, geométrico, concentración máxima y mínima de polvo total en suspensión; se observa que generalmente los puntos de muestreo 1 y 2 son los que presentan los mayores niveles de concentración, en cambio que el punto 3 y 4 son los de menores niveles.

En este muestreo se utilizó el óxido de calcio como trazador característico de esta industria, ya que, las emisiones de esta fábrica tienen un alto contenido de calcio, tal como se indica en la siguiente composición típica del polvo emitido de chimenea según información de la empresa "C.A. Fábrica Nacional de Cementos".

$Si\ O_2$	17.94%,
$Al_2\ O_3$	5.50%,
$Fe_2\ O_3$	1.56%,
$Mn_2\ O_3$	0.09%,
CaO	39.53%,

Mg O	0.87%,
SO_2 Total	1.11%,
S	- - %,
K_2O	1.32%,
Na_2O	0.16% y
P.F.	32.06% .

En la tabla Nº 14 se presentan las concentraciones de polvo total en suspensión obtenidas en las estaciones fijas que posee la Dirección de Investigación del Ambiente en Caracas, estos valores reportados son de los meses de junio y julio de 1981, de manera de poder compararlos con los valores obtenidos en el área bajo estudio. Comparando esta tabla con la Nº 8 se puede observar que las concentraciones de polvo en suspensión en La Vega son mayores que en las estaciones ubicadas en otras áreas, salvo la ubicada en El Silencio, que por poseer una densidad de vehículos automotores, entre otras causas, tiene concentraciones altas, aunque los puntos de muestreo 1 y 2 ubicadas en La Vega dan valores de concentración mayores.

En la tabla Nº 12 se presentan la concentración y el porcentaje de calcio expresado como óxido de calcio en las muestras según la fecha y el punto de muestreo.

Es de hacer notar que el óxido de calcio no tiene límite permisible y aparentemente no causa daños a la salud ni perjuicio a los materiales, se ha encontrado, sin embargo, un nivel de tolerancia en la literatura de $5mg/m^3$ aire que en este estudio no fue superado, se obtuvieron valores sumamente inferiores a éste.

Los valores promedios reportados de óxido de calcio son: 29.5, 17.28, 13.58 y $12.95 \mu g/m^3$ en los puntos de muestreo 1, 2, 3 y 4 respectivamente, con unos valores máximos de 49.3, 24.8, 23.7 y 19.1 $\mu g/m^3$, al igual que unos valores mínimos de 10.5, 12.3, 8.7 y $7.9 \mu g/m^3$ para los puntos de muestreo 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Se hicieron análisis de óxido de calcio en las muestras obtenidas de las estaciones que la Dirección de Investigación del Ambiente tiene instaladas en Caracas, en fechas próximas a la del muestreo, las cuales arrojaron los siguientes resultados: Estación Nº. 9 (La Yaguara) 1.9 $\mu g/m^3$; estación Nº 3 (El Silencio) 4.5 $\mu g/m^3$; estación Nº 10 (El Cementerio) 1.4 $\mu g/m^3$ y estación Nº 13 (Los Ruices) - 2.0 $\mu g/m^3$, y al hacer una comparación, resulta que las concentraciones promedio de óxido de calcio obtenidas en el muestreo son en promedio hasta 9 veces más altos que los obtenidos en las estaciones de Caracas, lo qué hace presumir que los niveles de concentración de partículas en suspensión en la atmosféra en el área de estudio, proviene de la fábrica de cementos, ya que las muestras obtenidas poseen un alto contenido de calcio con respecto a las muestras de Caracas.

De la tabla Nº 8 y la tabla Nº 12 se puede observar una relación entre la concentración de partículas en suspensión y la del óxido de calcio, ya que a medida que aumenta la concentración de TSP aumenta la de calcio, y es más notorio esto en los últimos días de muestreo donde ambos aumentaron simultáneamente, como se puede observar en la gráfica Nº 9.

En la tabla Nº 13 se presentan las concentraciones de polvo sedimentable total para el período del 19/06/81 al 20/07/81 (1 mes) para los cuatro diferentes puntos de muestreo. En esta tabla se puede - observar que las concentraciones de polvo sedimentable total fueron: 14.52, 10.52, 5.22 y 8.27 grs/m^2mes para los puntos de muestreo N^{os}. 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

En lo referente al estándar de calidad de aire para polvo sedimentable, no se puede discutir con respecto al estándar de Venezuela; ya que éste no ha sido fijado en el proyecto de Reglamento de Calidad de aire, sin embargo, se hará la comparación con respecto al standard fijado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS/PAHO), el cual tiene un valor de 5 grs/m^2 mes y qué fue utilizado como referencia en la Red Panamericana de muestreo.

Este estándar de 5 $\frac{grs}{m^2 mes}$ fijado por los OPS fue excedido en todos los puntos de muestreo, lo cual corroboran el alto grado de contaminación en esta zona.

Las cifras en estaciones de Caracas están para la misma fecha entre 4.19 - 8,44 grs $m^{-2} mes^{-1}$ según puede observarse en la misma tabla Nº 13.

Por medio del muestreo de chimenea se determinó la rata de emisión de partículas a la atmósfera por esta planta.

La contribución de partículas a la atmósfera va a venir dada por las emisiones de las chimeneas que posee la industria, ya que éstas se pueden evaluar mediante un muestreo en chimenea, pero hay que tener en consideración que esta industria posee otras fuentes de emisión de partículas como son en los procesos de extracción, trituración, transporte, almacenaje en los silos, etc., que no se evalúan en un muestreo de chimenea.

Los resultados obtenidos corresponden al muestreo realizado en la chimenea Nº 4, las otras 3 chimeneas no estaban acondicionadas (plataformas, tomas de muestras, etc) para la fecha del muestreo, por lo tanto no se pudo evaluar con precisión las emisiones de partículas por las chimeneas.

La emisión total de partículas (ETP) obtenida en los dos muestreos realizados en la chimenea Nº 4 fue 6.53 y 8.43 Kgs/hr correspondientes a los días 20 y 21 de noviembre de 1981 respectivamente.

Debido a que no se tiene la Emisión Total de Partículas de esta fábrica, no es posible evaluar si realmente cumple normas de emisión - máximas permisibles, en todo caso, se puede referir que estos valores obtenidos sobrepasan en 12.6%, el día 20/11/81 y en 40.5%, el día 21/11/81 a las Normas Federales de los Estados Unidos de Norteamérica, pero en cambio, con respecto a las normas propuestas en el "Anteproyecto de Reglamento de la Ley Orgánica del Ambiente sobre el Control de la Calidad

Atmosférica" el cual está en discusión, las emisiones resultaron 82.5% y 77.6% más bajas que las normas venezolanas propuestas.

Esta divergencia tan grande con las normas federales de U.S.A., da a entender que se debe someter a una revisión el Anteproyecto en estudio, de manera de poder ratificar o modificar lo anteriormente dicho, y así cumplir con los propósitos que tiene el Anteproyecto.

Con respecto a las mediciones meteorológicas, fueron realizadas en el período del 22/06/81 al 21/07/81, cuando se realizó el muestreo de Calidad de Aire. Se hicieron mediciones de los siguientes parámetros meteorológicos: velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa y precipitación, estas mediciones fueron hechas por medio de estaciones meteorológicas electrónicas.

Los cálculos de dispersión atmosférica están limitados debido a que faltan y/o están incompletos los datos de algunos parámetros meteorológicos, pero a pesar de esto, el transporte de los contaminantes sí está definido, así mismo, se analizará la relación entre los contaminantes y los parámetros meteorológicos obtenidos durante este período.

En el anexo C se presentan los datos y resultados de meteorología en forma tabular, discriminados de la siguiente forma: en la tabla Nº 14 se encuentra un resumen mensual de los datos de velocidad y dirección del viento, en promedio por hora y por día, en ésta se observa una velocidad máxima de 8.0 Km/hr y una dirección prevaleciente sur y sur-oeste, la velocidad media promedio durante este período varió entre 1.8 y 3.8 Km/hr; en la tabla Nº 15 se analizó el viento por dirección, notándose un promedio de las direcciones sur y sur-oeste con una velocidad media de 3.2 y 3.9 km/hr, respectivamente, en segundo término se encuentran este-sur-este, sur-este, oeste y sur-sur-este con velocidades medias de 2.7, 2.5 y 2.6 Km/hr respectivamente.

En la tabla Nº 16 se reporta el número de observaciones de la velocidad en km/hr discriminadas por direcciones, resultando 700 observaciones de las cuales 132 son calmas, (velocidades menores de 1km/hr) que representa el 18.9% y es notable el predominio de las direcciones sur-sur-este, sur y sur-este (28.3% y 18% respectivamente) dando como resultado el 61.6% de las observaciones repartidas en estas 3 direcciones al igual que la velocidad promedio fue entre 1-5 km/hr obteniéndose un 73.43% de las velocidades en este rango. En la tabla Nº 17 está más detallado este análisis del porcentaje de frecuencia del viento para todas las direcciones y velocidades.

De las anteriores tablas se originó la gráfica Nº. 8, donde está representada la rosa de los vientos de la zona bajo estudio. En él se deduce que las direcciones sur y sur-este son las predominantes (de donde viene el viento) y por lo dicho anteriormente se supone que las áreas más afectadas por la planta son las que se encuentran alrededor del norte de ésta.

Con respecto a los registros de temperatura en superficie se encuentra en la tabla Nº 18 un resumen de estos valores, donde se observa un perfil que varía con el día y con la hora, de aquí se puede decir, que hay in intervalo de temperatura mayor que la temperatura promedio de 21°C que va hasta los 24°C entre las 9:00 y las 16:00 horas, lo que hace estimar que en estas horas hay posiblemente dispersión vertical de contaminantes, la temperatura máxima encontrada fue de 27°C y la mínima de 16°C.

En la tabla Nº 19 se presenta un resumen de los valores de humedad relativa por días y por horas del período de mediciones. En ellas están indicados los valores medios tanto para cada día como para cada hora, al igual que los valores máximos y mínimos encontrados. La humedad relativa promedio en el mes de junio (del 22 al 30) fue de 78.2% con un valor máximo de 98% y un valor mínimo de 42%, en el mes de julio (del 1 al 22)la humedad relativa promedio fue de 79.8%, el valor máximo fue de 100% y la mínima de 44%, notándose los valores mínimos entre las 08:00

y las 18:00 horas y los valores máximos entre las 20:00 y las 05:00 horas. Las mediciones de humedad resultan importantes, debido a que está influye sobre ciertas reacciones químicas en la atmósfera y sobre la visibilidad, además de que algunos receptores de contaminantes se ven afectados con la humedad. Es de hacer notar que en este estudio no se cubrieron estos tópicos.

Los valores de precipitación son presentados en la tabla Nº 20, - donde se nota que en el mes de junio, en los días de medición, hubo solamente 8mm de lluvia y muy esparcidos, con un máximo de 2mm, en cambio en el mes de julio hubo 118mm de lluvia, pero no en los días de medición, con un valor máximo de 42 mm y un mínimo de 2mm, concentrándose la lluvia a las 18:00 horas hasta las 02:00 horas.

Como se puede observar, no hubo una precipitación durante el período de muestreo, capaz de eliminar de la atmósfera las partículas de gran tamaño y gases solubles en agua.

Las distancias de la fuente de emisión a los puntos 1, 2, 3 y 4 - son 261, 580, 1030 y 1671 metros respectivamente y en dirección N, - NNE, SSE, y NNW de la fábrica.

De lo anterior, es justificable que los mayores niveles de concentración de contaminantes estén en los puntos de muestreo 1 y 2, ya que además de ser los más cercanos a la fuente de emisión, se encuentran - vientos abajos y, por lo tanto, más expuestos a las emisiones de contaminantes por esta fuente.

Es de mencionar que la velocidad promedio del viento fue baja, al igual que la temperatura superficial, por lo tanto la dispersión de - los contaminantes en la atmósfera en esta zona se estima deficiente , así mismo, los parámetros de remoción natural de contaminantes atmosféricos, como la lluvia, fue muy escasa durante el período de muestreo.

10) NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Early Action on the Global Environmental Monitoring System. United State, Washington, D.C. A report of the International Environmental Programs Committee, 1976.

11) STERN, ARTHUR C. Air Pollution. Volume IV, Engineering Control of Air Pollution. Third Edition. Academic Press. Environmental Sciences. 1977.

12) U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION, AND WELFARE. Air Quality Criteria for Particulate Matter. National Air Pollution Control Administration. Publication No. AP-49, Washington, D.C. January, 1969.

13) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Second Edition. Office of Air and Water Programs. U.S.A. April, 1973.

14) VIEIRA, Neise. et al. Qualidade do ar na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Secretaria de Obras e Servegos Públicos, Instituto de Engenharia Sanitaria. Marzo, 1975.

15) WILLIAMSON, R.H. et al. Particulate emissions and residential development. Clear Air, Vol. 10, Nº 4. November, 1976.

16) YARMAC, RAYMOND F. et al. Industrial Source Sampling. Second Printing. Ann Arbor Science, Publishers Inc. U.S.A. 1974.

17) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. FEDERAL REGISTER, Vol 43, Nº 194 - Octubre 1978.

18) APHA INTERSOCIETY COMMITEE, Methods of air sampling and analysis. Second edition, 585 - 587 - 1977.

19) EPA 600/4777-027a. Quality Assurance Handbook for the polution Measurement System. Sección 2.2.5 Vol 2, pag 1-3, mayo 1977.

A N E X O A.

PLAN DE MUESTREO HA LLEVARSE A CABO EN LOS ALREDEDORES DE LA "FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS" DE LA VEGA

oooo------ooo

ELABORADO:

ING. ANTONIO RICOVERI

" OTILIO GONZALEZ

" ERNESTO VASQUEZ I.

A continuación se presenta el plan de trabajo ha seguir para llevar a cabo el muestreo de calidad de aire en los alrededores de la "Fábrica Nacional de Cementos" (La Vega - Caracas), el cual tiene como finalidad básica la determinación de los niveles de polvo en suspensión, polvo sedimentable y calcio expresado como Oxido de Calcio como trazador característico de esta industria. Además se van ha determinar las condiciones meteorológicas de la zona durante el muestreo.

1.- PERIODO DE MUESTREO:

1.1. HIGH-VOL (Muestreadores de alto Volumen). Estas actividades han sido programadas para llevarse a cabo del día sábado - 20/6/81 hasta el viernes 3/7/81 en forma continua.

1.2. JARRAS Período de Muestreo: un mes, se destapan el día - sábado 20/6/81 y se retiran tapadas herméticamente cubierta con su respectiva tapa y aseguradas con tirro el día Lunes 20/7/81.

1.3. ESTACION METEOROLOGICAS. Se ubicará una estación meteorológicas que registrará los siguientes parámetros: Temperatura , Humedad, Velocidad y dirección del viento, y precipitación. El período de registro será desde sábado 20/6/81 hasta el lunes 20/7/81.

2.- EQUIPOS DE MUESTREO:

2.1. High-Vol (Muestreador de alto volumen): este equipo tiene como finalidad la recolección de polvo total en suspensión, calcio en el polvo en suspensión y cualquier otro contaminante - atmosférico que se requiera determinar.

Se utilizará un equipo de éstos en cada una de las estaciones a montar.

2.2. Jarra: Este sistema de recolección será el empleado para - captación de polvo sedimentable de la atmósfera, así como para la determinación de calcio u otro contaminante atmosférico en el polvo sedimentable.

..././/.../.

3.- SELECCION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO:

La selección de los puntos de muestreo es el aspecto de mayor prioridad en lo referente a un Plan de Muestreo de Contaminantes Atmosféricos. Por lo tanto dicha selección se ha hecho en base a los siguientes criterios.

3.1. Técnico
3.2. Areas posiblemente afectados ó involucrados en el problema.
3.3. Protección y disponibilidad de energía eléctrica para los equipos.

3.1. Para el criterio técnico se tomó en cuenta los siguientes factores.

- Condiciones meteorológicas características de la zona en cuestión.
- Area libre de obstáculos tales como edificaciones, árboles, etc. que puedan causar cambios no representativos de la velocidad y dirección del viento.
- Separación prudencial del punto de muestreo de otra fuentes que pueda emitir material particulado.
- Ubicación standarizada de los equipos a una altura que oscila entre 2-5 metros .

3.2. El criterio de áreas posiblemente afectados ó involucrados en el problema se refiere a:

- Denuncias presentadas por la comunidad, a los organismos oficiales a los cuales les compete el problema (MARNR - MSAS - etc.) así como a los diferentes medios de comunicación social(Prensa, Radio Televisión), locales y nacionales.

3.3. El criterio de protección y disponibilidad de energía eléctrica se basa fundamentalmente en:

- Protección física del equipo (Actos de Vandalismo).

..././/.../

- Disponibilidad de una fuente de energía de 110 Voltios.

En base a los criterios expuestas anteriormente los sitios seleccionados para llevar a cabo el muestreo fueron:

1) Escuela "Fábrica Nacional de Cementos".

2) Centro Comercial "Euba".

3) Jardín de Infancia "Alejandro Fuenmayor".

4) Módulo Policial en los Paraparos.

4.- CANTIDAD DE MUESTRAS HA RECOLECTARSE:

4.1. High - Vol. Se recolectará cuatro (4) muestras diarias durante el período de muestreo, dando un total de 56 papeles de filtro- ha utilizarse.

4.2. Se requieren de cuatro (4) jarras de muestreo para recolectar - polvo sedimentable.

AR/EV/OG/mr.-
23-11-81

A N E X O B.

STANDARDS DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTAL PARA PARTICULAS EN SUSPENSION, DE ALGUNOS PAISES Y ORGANIZACIONES ESPECIALIZADAS.

TABLA Nº 7

	MEDIA ANUAL (µg/m3)	PROMEDIO 24 HRS. (µg/m3)
BRASIL EDO. DE SAO PAULO	80 (a)	240
URSS BULGARIA	–	150
EE. UU.	75 (a)	260
COLOMBIA	–	100
ISRAEL	75	200
ESPAÑA	130	300
CEE	80	250
OMS	40 (b)	–
CHECOSLOVAQ. ALEMANIA ORIE	–	150
CANADA	70 (a)	120
VENEZUELA	75 (c)	260 (c)

(a) Media geométrica anual

(b) Valores para partículas suspendidas y óxidos de azufre aplicables solo en conjunto uno con el otro.

(c) Standards propuestos

TABLA Nº 8

SECUENCIA DIARIA DE LA CONCENTRACION DE POLVO EN SUSPENSION TOTAL (TSP) PARA LOS CUATROS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO. 20-06-81 AL 02-07-81

	CONCENTRACION DIARIA DE TSP ($\mu g / M^3$)			
FECHA	PUNTO Nº 1	PUNTO Nº 2	PUNTO Nº 3	PUNTO Nº 4
SA- 20-06-81	99	104	74	60
DO- 21-06-81	107	151	73	69
LU- 22-06-81	123	72	68	68
MA- 23-06-81	122	-	67	61
MI- 24-06-81	53	53	38	66
JU- 25-06-81	-	144	102	88
VI- 26-06-81	106	63	56	57
SA- 27-06-81	83	-	64	62
DO- 28-06-81	90	-	86	68
LU- 29-06-81	212	104	139	96
MA- 30-06-81	223	-	178	140
MI- 01-07-81	182	239	120	97
JU- 02-07-81	244	161	117	89

TABLA Nº 9

CAPACIDAD DE PRODUCCION EN TON/DIA - PARA LOS CUATROS HORNOS DE LA PLANTA

HORNO	CAPACIDAD (Ton/Día)
1	300
2	300
3	550
4	600

TABLA Nº 10

PRODUCCION DIARIA DE CLINCKER DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO.

DIA DE MUESTREO	HORNO Nº 1 (TON / DIA)	HORNO Nº 2 (TON/DIA)	HORNO Nº 3 (TON/DIA)	HORNO Nº 4 (TON/DIA)	PRODUCCION TOTAL. (TON/DIA)
SA- 20-06-81	-	300	-	-	300
DO- 21-06-81	-	300	-	-	300
LU- 22-06-81	-	285	-	-	285
MA- 23-06-81	-	270	200	-	470
MI- 24-06-81	-	300	495	-	795
JU- 25-06-81	-	280	505	-	785
VI- 26-06-81	-	300	490	-	790
SA- 27-06-81	195	305	500	-	1000
DO- 28-06-81	280	295	480	-	1055
LU- 29-06-81	205	200	345	-	750
MA- 30-06-81	300	300	495	-	1095
MI- 01-07-81	300	300	200	-	800
JU- 02-07-81	300	70	410	-	780

TABLA No 11

CONCENTRACIONES PROMEDIO, DESVIACIONES STANDARD, MAXIMOS Y MINIMOS DE POLVO EN SUSPENSION TOTAL (TSP) Y DIAS EN LOS CUALES OCURREN PARA LOS CUATRO PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO 20/06/81 AL 02/07/81.

PUNTO DE MUESTREO	PROMEDIO ARIT ($\mu g/m^3$)	PROMEDIO GEOM. ($\mu g/m^3$)	DESVIACION STANDARD	CONC. MAXIMA ($\mu g/m^3$)	DIA DEL MAXIMO	CONC. MINIMA ($\mu g/m^3$)	DIA DEL MINIMO
1	137	124	62	244	JUEVES 2/7/81	53	MIERCOLES 24/06/81
2	121	109	59	239	MIERCOLES 1/7/81	53	MIERCOLES 24/06/81
3	91	84	39	178	MARTES 30/6/81	38	MIERCOLES 24/6/81
4	79	76	23	140	MARTES 30/06/81	57	VIERNES 26/6/81

SECUENCIA DIARIA DE LAS CONCENTRACIONES DE OXIDO DE CALCIO Y SU PORCENTAJE EN EL POLVO EN SUSPENSION TOTAL EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO, PARA EL PERIODO DE MUESTREO 20-06-81 AL 02-07-81.

TABLA Nº 12

FECHA	PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACION Ca O ($\mu g/m^3$)	% Ca O EN LA MUESTRA
20/6/81	1	21.3	21.80
	2	17.1	17.53
	3	9.2	13.54
	4	9.1	16.72
21/6/81	1	22.8	22.30
	2	23.3	16.22
	3	9.7	14.51
	4	10.4	16.36
22/6/81	1	26.7	22.58
	2	13.5	19.85
	3	10.7	16.99
	4	11.6	18.25
23/6/81	1	37.4	31.83
	2		
	3	13.9	22.09
	4	11.2	19.92
24/6/81	1	10.5	21.80
	2	12.6	25.59
	3	18.6	51.09
	4	15.5	24.89

CONT. TABLA N& 12

FECHA	PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACION CaO_3 ($\mu g / m^3$)	% Ca O EN LA MUESTRA
25/6/81	1		
	2	24.8	15.04
	3	16.9	14.60
	4	15.0	18.32
26/6/81	1	35.2	34.30
	2	12.3	21.27
	3	10.0	19.39
	4	16.3	30.41
27/6/81	1	13.1	17.06
	2		
	3	9.6	16.47
	4	10.3	17.45
28/6/81	1	19.3	22.84
	2		
	3	8.7	11.13
	4	7.9	12.82
29/6/81	1	42.7	20.67
	2	12.7	13.19
	3	17.3	13.11
	4	14.3	15.87
30/6/81	1	36.1	16.68
	2		
	3	23.7	13.78
	4	19.1	14.24

CONT. TABLA Nº 12

FECHA	PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACION Ca O (Kg / m³)	% Ca O EN LA MUESTRA
1/7/81	1	39.6	22.41
	2	16.4	7.36
	3	13.4	11.88
	4	———	———
2/7/81	1	49.3	20.77
	2	22.8	14.80
	3	14.8	13.46
	4	14.7	17.67
17/6/81	9 (LA YAGUARA)	1.9	3.27
3/7/81	3 (EL SILENCIO)	4.5	3.63
	10 (EL CEMENTERIO)	1.4	4.17
	13 (LOS RUICES)	2	3.92

CONCENTRACION DE POLVO SEDIMENTABLE TOTAL EN LOS DIFERENTES SITIOS DE MUESTREO PARA EL PERIODO 19-06-81 AL 20-07-81 Y VALORES ENTRE EL 09-06-81 Y 09-07-81 EN VARIAS ESTACIONES DEL VALLE DE CARACAS.

TABLA Nº 13

PUNTO DE MUESTREO	POLVO SEDIMENTABLE TOTAL $gr/m^2/mes$.
ESCUELA DE LA FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS — Nº 1 —	14.52
ESCUELA " ALEJANDRO FUENMAYOR — Nº-2 —	10.52
MODULO POLICIAL " LOS MANGOS" — Nº 3 —	5.22
CENTRO COMERCIAL " EUBA " — Nº 4 —	8.27
EL SILENCIO	6.92
LA YAGUARA	8.90
EL CEMENTERIO	4.19
LOS RUICES	8.44

Resultados de polvo total en suspensión ($\mu g/m^3$) en las Estaciones de muestreo en el área metropolitana En los meses junio–julio de 1981.

Tabla Nº 14

Fecha	Estación Nº 3 (El Silencio)	Estación Nº 9 (La Yaguara)	Estación Nº 10 (Cementerio)	Estación Nº 13 (Los Ruices)
17-06-81.	117	94	49	78
24-06-81	61	39	32	28
03-07-81	148	—	59	78
11-07-81	112	—	60	58
19-07-81	94	—	60	—
28-07-81	146	—	—	85

TABLA NO 15

DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (Km./hr.)

ESTACION LA VEGA MES JUNIO - JULIO AÑO 1981

HORA / DIREC.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	VELOCIDAD MEDIA POR DI
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NNE	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
ENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,5	-	-	-	-	0,8
E	-	-	-	0,0	-	0,0	1,5	0,0	2,5	-	-	-	-	-	2,0	1,5	2,5	-	2,0	-	-	-	-	-	2,0
ESE	0,0	-	-	-	-	-	0,0	1,6	1,5	2,0	3,5	3,5	6,0	-	2,5	3,3	2,0	2,3	-	-	2,0	-	-	-	2,7
SE	0,6	1,4	2,3	1,8	2,7	2,3	0,5	1,8	2,7	2,7	3,6	3,8	4,0	4,0	4,2	3,6	3,3	3,1	1,8	-	-	1,5	1,4	0,9	2,5
SSE	1,6	1,4	1,4	1,8	1,8	2,2	2,4	3,1	3,4	4,1	4,3	4,6	4,7	4,4	3,5	3,8	2,5	2,7	1,9	1,7	1,7	1,3	1,6	1,4	2,6
S	2,9	2,8	2,4	2,3	2,4	2,5	2,7	3,9	3,9	4,9	4,6	5,1	4,8	4,6	4,0	3,4	3,7	2,2	2,3	1,6	2,1	2,0	2,3	2,5	3,2
SSW	-	-	-	-	-	4,3	4,0	4,3	-	-	-	4,5	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	3,9
SW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
WSW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	2,7	1,5	4,0	4,0	-	-	0,5	-	-	2,5
WNW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,0	-	1,5	2,5	1,5	1,8	-	-	-	-	-	1,6
NW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	1,7	-	-	-	-	-	-	2,0
NNW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA ND 16

DIR. / VELOCIDAD Km/h	FRECUENCIA DEL VIENTO (%)																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
1 – 5	-	-	-	0,14	0,86	3,43	17	25,57	21,71	1,14	0,29	-	1,14	1,29	0,86	-	73,43
5 – 10	-	-	-	-	-	0,14	1	2,71	3,57	-	-	-	-	-	-	-	7,42
10 – 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 – 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30 – 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40 – 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50 – 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60 – 70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CALMA																	
TOTAL	-	-	-	0,14	0,86	3,57	18	28,28	25,28	1,14	0,29	-	1,14	1,29	0,86	-	80,85

MES JUNIO - JULIO

AÑO 1981

LONGITUD 66º,56',56"

LATITUD 10º,28',43"

ESTACION LA VEGA

ELEVACION 940 mt

CALMAS 18,86 %

TOTAL 99,71 %

TABLA Nº 17

DIR. / VELOCIDAD Km/h	Nº DE OBSERVACIONES																	OBSERVACIONES
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSU	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL	
1 – 5	-	-	-	1	6	24	119	179	152	8	2	-	8	9	6	-	515	
5 — 10	-	-	-	-	-	1	7	19	25	-	-	-	-	-	-	-	53	
10 – 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20 – 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30 – 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40 – 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50 – 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
60 – 70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CALMA																		
TOTAL	-	-	-	1	6	25	126	198	177	8	2	-	8	9	6	-	568	

MES : JUNIO - JULIO

AÑO : 1981

ESTACION : LA VEGA

LONGITUD : 66º,56'56"

LATITUD : 10º,28'43"

ELEVACION : 940 mt

CALMAS : 132

TOTAL : 700

TABLA Nº 18

RESUMEN MENSUAL

MES: JUNIO - JULIO ANO: [redacted]1 PARAMETRO: TEMPERATURA ESTACION LA VEGA

DIA \ HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	MED	MAX	h	MIN	h
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																			22	21	20	19,5	19,5	20	19,5	20,2	23	11:00	19	10:00
23	19,5	19,5	19	19,5	19	19,5	19	19	20	20	22	22	22	21	21	20	19	19	18,5	19	19	19	19	19	19,7	24	12:00	18	2:00
24	18,5	18	19	19	20	20,5	21	-	-	-	-	23	23	22	21	21	21	19	18,5	18,5	18	18,5	19	19	19,9	26	15:00	17	1:00
25	19	19	19,5	19	19	18,5	18,5	21	21	22	23	22,5	23	23,5	24,5	24	21	20	20	20	20	20	20	19,5	20,6	26	16:00	19	24:00
26	19,5	19	19	19,5	19,5	19,5	19,5	20	21	21,5	22,5	23	24	24	25	24	21	20,5	20,5	20	20	20	20	20	20,9	25	16:00	19	20:00
27	19,5	19,5	19	18,5	18,5	19	19	19,5	20,5	22	22	22	23,5	23,5	24	25	23,5	21	20	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	20,7	27	16:00	19	24:00
28	19,5	19,5	19,5	19,5	19	19	19,5	20,5	21	22	22	22	23	24	25,5	24	23	21,5	20	20	20	20	20	20	21,2	26	14:00	19	1:00
29	19,	19,	19	18,5	19	18,5	19	21	21	22	23	23	24	24,5	24	24	23,5	23	21,5	20	19,5	19	18,5	18	20,9	25	14:00	18	24:00
30	17,5	17	16	16	16	16	16,5	18,5	21,5	22,5	24	24,5	24	25	26	25,5	24,5	23	21	20	19,5	20	20	19,5	20,6	27	14:00	16	5:00
31																													
MEDIA	19	18,8	18,7	18,7	18,8	18,8	19	19,9	20,9	21,7	22,5	22,8	23,3	23,4	23,1	23,4	22,3	21,1	20,3	19,7	19,4	19,5	19,8	19,7					

MED	MAX	HORA	MIN	HORA

Cont.... TABLA Nº 18 ..

RESUMEN MENSUAL

MES: JUNIO -JULIO AÑO: [redacted]81 PARAMETRO: TEMPERATURA ESTACION LA VEGA

DIA \ HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	MED	MAX	h	MIN	h
1	18	18	18	19	19	18,5	19	20,5	21,5	22	23	24	24	25	25	25	24	24	22	20	20	20	19,5	19	21,2	26	13:25	17	2:00
2	19,5	19,5	19,5	19	19	19	19	20	21	22	24	23	24	24	25	25	24	23,5	21	19	19	18,5	18	18	21	27	15:00	19	4:00
3	18	17	17	16,5	16,5	17	19	20	20,5	23	24	24	24,5	25,5	26	25	23,5	22	20	20	20	20	20	20	20,8	27	13:00	16	4:30
4	20	19	19	19	19,5	19	19	20,5	21,5	22	23	25	24	23	21,5	23,5	24	21	20,5	20	19,5	19,5	19,5	19	20,9	25	12:00	19	2:00
5	19	19	19,5	19,5	19,5	19,5	20,5	21,5	23	23	24	24	23,5	25	25	25	24	20	18	19	19	19,5	19	18,5	21,2	26	13:00	19	1:00
6	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	19	20	21,5	21,5	22,5	23	24,5	24,5	25	24	24	21	20	20	19,5	19	19,5	19,5	19,5	20,8	26	13:30	18	2:00
7	20	20	19,5	19,5	20	20	20,5	22	24	24	24	24	24	25	25	24,5	22	21	20	20	19,5	19,5	20	19,5	21,6	26	14:00	19	3:00
8	19,5	19	20	20	19,5	19,5	20,5	22	23	24	24	24,5	25	24,5	24,5	23,5	21,5	21	20,5	20	20	20	20	19,5	21,5	27	12:30	19	4:45
9	19,5	19,5	19,5	19,5	20	20,5	21,5	21,5	20	19	19,5	20	21,5	21,5	21	20,5	20	20	20	20	20	20,5	20,5	20	20,3	22	14:45	18	9:00
10	20	20	19,5	20	20	20,5	21,5	22	23	23,5	24	24	24	23,5	23,5	21,5	20	19,5	20	20	20	20	19,5	19,5	21,2	26	12:15	14	2:00
11	20	20	20	20	20,5	22	23,5	24	-	-	-	-	24	24	25	24,5	24	20,5	19	18	18,5	18,5	18,5	19	21,2	26	13:30	18	2:30
12	19	19,5	19,5	19	18,5	18,5	19	20	20	23	24	25	24,5	25	22	22	23	22,5	20,5	20	19,5	19,5	19	19	20,9	26	12:00	18	6:00
13	19	19	18,5	18	18,5	18,5	19	21,5	23	23	24	25	24	25	23	23	22	21,5	20,5	19,5	19,5	19	19	19	20,9	26	13:00	17	6:00
14	18	18	17,5	17,5	17	17,5	19	23	23	24	25	25	25	24,5	24,5	25	23,5	21,5	20,5	20	20	20	20	20	21,2	26	13:00	17	5:00
15	20	20	20	20	20	20	20,5	20,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,1	27	11:00	17	5:00
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-
17	19,5	19,5	19	19	19,5	19,5	18,5	18,5	20	22	23	24	25	25	25,5	25	24	23	22	21	20	20	19,5	19	21,3	27	14:00	18	7:00
18	19,5	19,5	19	19	19,5	19,5	18,5	18,5	20	22	23	24	25	25	25,5	25	24	23	22	21	20	20	19,5	19	21,3	27	14:00	18	7:00
19	19	19	18,5	18,5	18,5	18,5	17,5	18,5	20,5	24	23	22	21,5	22	20	21	20,5	22	20	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	20,1	25	9:30	17	7:00
20	20	19,5	19	19	19	19	19,5	20	22	21	21	21	19,5	20	20	20	20,5	20	20	19	19,5	19	19	18,5	19,8	24	8:45	18	23:30
21	18,5	19	19	18,5	18,5	18,5	18,5	19	19,5	20	21	21	22	23	23	22	21,5	20,5	20	19	18,5	17,5	17	16,5	19,7	23	11:00	16	24:00
22	16,5	16	16	16	16	16	16	19	22	24															17,8	24	10:00	16	2:00
23																													
24																													
25																													
26																													
27																													
28																													
29																													
30																													
31																													
MEDIA	19,1	19	18,5	18,8	19	19,1	19,8	20,8	21,5	22,5	23,1	23,4	23,6	23,9	23,6	23,4	22,5	21,5	20,5	19,8	19,6	19,5	19,4	19,2					

MED	MAX	HORA	MIN	HORA

MES: JUNIO- JULIO AÑO: 1981 PARAMETRO: HUMEDAD ESTACION LA VEGA

DIA \ HORA	1	2	3	4	5	6	7	[redacted]	[redacted]	10	11	12	13	14	15	16	17	18	[redacted]	20	21	22	23	24	MED	MAX	h	MIN	h
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																			55	74	83	85	85	87	86	80,7	92	22:30	65	18
23	86	87	84	84	84	84	83	81	78	80	68	69	70	71	76	82	85	84	82	84	87	87	87	88	81,3	92	14:30	68	13:30
24	90	88	87	87	72	75	73	-	-	-	-	-	65	70	72	76	75	84	93	92	93	92	91	90	82,4	95	18:30	63	11:15
25	87	85	79	81	85	88	88	76	74	68	66	69	67	64	57	65	80	85	86	87	88	90	86	90	78,8	92	23:30	58	14:30
26	93	94	93	90	87	86	85	80	74	75	70	68	65	64	52	50	62	77	85	84	85	85	84	86	79	92	1:15	56	15:30
27	87	87	89	96	93	91	89	85	78	72	70	72	66	64	62	61	63	78	89	90	91	88	87	84	80,5	98	3:30	60	15:30
28	87	84	85	86	87	88	84	76	74	73	74	74	67	63	54	54	62	68	76	86	87	87	88	89	78,5	90	5:30	50	15:15
29	87	87	87	89	89	89	84	77	75	70	68	64	58	54	52	53	56	62	71	80	86	88	89	90	75,2	92	24:00	48	14:30
30	92	86	90	88	88	87	85	72	66	69	60	55	56	53	55	55	57	60	74	81	83	84	87	91	74	92	2:00	42	14:45
31																													
MEDIA	88,6	87,3	86,8	87,6	85,6	86	84	78,1	74,1	72,6	68	67,3	64,5	62,9	61,4	63,3	67,5	73,7	81,1	85,2	87,2	87,3	87,3	88,2					

TABLA NO 19

MED	MAX	HORA	MIN	HORA
78,2	98		42	

RESUMEN MENSUAL

MES: JUNIO - JULIO AÑO: 1981 PARAMETRO: HUMEDAD ESTACION LA VEGA

DIA \ HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	MED	MAX	h	MIN	h
1	92	94	91	89	89	91	84	78	78	78	74	68	68	60	56	54	55	62	78	87	86	86	88	87	78,4	94	1:30	50	16:00
2	82	82	83	84	86	80	74	71	62	62	64	62	55	50	47	46	47	53	65	73	75	79	83	88	68,9	94	24:00	44	15:00
3	88	90	91	91	87	84	88	88	72	66	60	60	55	49	51	57	75	81	86	87	87	91	91	91	77,8	92	4:00	44	14:00
4	91	93	92	92	92	92	86	78	80	73	67	64	72	75	74	67	70	80	82	85	87	86	92	95	82,3	94	1:30	60	11:30
5	95	94	93	93	92	90	86	76	70	70	62	67	63	57	55	64	72	94	100	100	98	98	99	100	82,8	100	18:00	48	15:30
6	100	97	94	95	97	96	84	79	78	74	65	65	62	52	53	70	83	81	84	87	91	85	88	91	82,1	100	0:30	55	13:00
7	88	90	91	90	86	83	79	74	65	63	62	63	63	52	52	59	68	85	86	88	87	87	87	85	76,2	94	3:30	48	13:15
8	87	89	87	85	88	88	81	71	66	66	64	64	60	62	60	70	84	86	85	89	90	88	87	89	78,6	92	1:00	54	14:30
9	90	90	90	90	86	84	81	89	88	95	93	92	82	76	79	79	83	85	85	83	83	80	82	81	85,3	98	9:30	75	13:30
10	84	84	85	85	83	83	80	75	71	67	68	66	66	67	70	70	76	83	85	85	85	85	87	90	78,3	92	23:30	60	13:00
11	91	90	89	85	85	84	76	67	66	-	-	-	65	63	61	60	64	80	80	88	87	90	92	90	78,7	92	0:30	58	14:30
12	89	89	89	92	95	95	92	87	83	74	65	60	62	57	70	76	69	75	80	83	87	87	90	90	80,7	94	4:15	54	14:00
13	91	92	90	90	90	93	93	80	71	69	64	57	63	58	66	72	74	77	77	86	87	92	94	94	80	96	6:15	52	14:15
14	94	95	94	95	93	95	93	76	67	61	54	55	58	60	62	55	65	65	76	84	86	85	89	87	76,5	96	3:00	50	10:45
15	88	90	91	90	90	90	87	91	80	78	68	67	64	63	58	63	74	84	86	89	89	90	89	90	81,5	95	7:30	54	14:30
16	88	89	88	87	87	86	83	76	70	71	69	67	76	80	74	65	71	76	85	87	88	88	89	89	80,4	94	13:00	60	15:00
17	90	87	81	81	81	83	82	79	73	73	69	63	59	58	57	56	64	74	83	83	84	89	92	94	76,5	92	12:30	52	15:00
18	93	94	92	92	94	93	85	74	70	62	59	56	52	50	53	65	70	76	83	87	88	89	90	90	77,4	96	4:45	50	13:30
19	92	94	93	93	93	94	86	74	70	75	80	84	80	88	81	78	89	90	90	90	90	92	92	93	87	94	4:30	67	8:30
20	95	95	95	95	91	90	86	74	70	89	90	95	88	89	85	83	83	87	90	89	83	89	97	95	88,7	98	11:00	60	7:30
21	95	95	94	96	93	90	84	78	75	-	-	70	69	65	65	67	67	71	77	83	83	85	87	90	88,9	96	2:15	62	13:30
22	92	93	93	93	93	93	91	80	64	55															84,7	94	2:15	53	9:30
23																													
24																													
25																													
26																													
27																													
28																													
29																													
30																													
31																													
MEDIA	90,7	91,2	90,3	90,1	89,6	89	84,6	78	72,5	71,1	68,3	67,3	65,8	63,8	63,7	65,9	71,1	78	83,1	86,3	87	87,7	89,8	90,4					

MED	MAX	HORA	MIN	HORA
79,8	100		44	

Cont.... TABLA NO 19

RESUMEN MENSUAL

MES: JUNIO - JULIO AÑO: 198[redacted]1 PARAMETRO: PLUVIOSIDAD ESTACION: LA VEGA

DIA \ HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	CAN.	%	MAX	hr
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-				
26	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3,17	2	18
27	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,79	1	1
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,79	1	4
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
31																												
CANTIDAD	1			2			1										2	2										
%	0,79			1,59			0,79										1,59	1,59										

MAX	DIA	HORA	TOTAL

TABLA No 20

RESUMEN MENSUAL

MES: JUNIO - JULIO ANO: 1981 PARAMETRO PLUVIOSIDAD ESTACION LA VEGA

DIA \ HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	CAN.	%	MAX	hr
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	41	1	-	2	21	9	90	71,43	41	19:00
6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3,17	2	1:00
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9,52	9	10:00
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	3	2,38	2	20:00
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
15	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2,38	3	8:00
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	5	3,97	4	11:00
21	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,79	1	2:00
22	-	-	-	-	-	-	-	-																				
23																												
24																												
25																												
26																												
27																												
28																												
29																												
30																												
31																												
CANTIDAD	2	3						3		9	4	3						16	42	3		3	21	9				
%	1,59	2,38						2,38		7,14	3,17	2,38						12,7	33,33	2,38		2,38	16,67	7,14				

MAX	DIA	HORA	TOTAL
41	5	19	126

Cont.... TABLA NO 20

RESUMEN MENSUAL DEL VIENTO

MES:
AÑO:

ESTACION:

| HORA / DIA | 00-01 | | 01-02 | | 02-03 | | 03-04 | | 04-05 | | 05-06 | | 06-07 | | 07-08 | | 08-09 | | 09-10 | | 10-11 | | 11-12 | | 12-13 | | 13-14 | | 14-15 | | 15-16 | | 16-17 | | 17-18 | | 18-19 | | 19-20 | | 20-21 | | 21-22 | | 22-23 | | 23-24 | | VEL. MED. | DIRE. PREV. |
|---|---|---

RESUMEN MENSUAL DEL VIENTO

MES: JUNIO JULIO
AÑO:

ESTACION: LA VEGA

HORA / DIA	00-01		01-02		02-03		03-04		04-05		05-06		06-07		07-08		08-09		09-10		10-11		11-12		12-13		13-14		14-15		15-16		16-17		17-18		18-19		19-20		20-21		21-22		22-23		23-24		VEL. MED.	DIRE. PREV.
	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL		
01	SE	0.5	SE	0.5	SE	0.0	SSE	0.0	ESE	0.0	SE	0.0	SE	0.5	SE	0.0	SSE	1.5	SE	1.5	S	3.0	SE	4.0	SSE	3.5	SE	4.0	SE	4.5	ESE	3.0	SE	2.5	ESE	2.0	S	2.0	SSE	2.0	S	1.5	S	1.5	SSE	2.0	SSE	1.5	2.3	SE
02	S	3.0	S	4.5	S	4.0	S	3.5	S	1.5	SSE	3.5	SSE	2.0	S	6.0	S	5.0	SSE	5.0	ESE	5.0	SSE	5.5	SE	6.0	SSE	8.0	ESE	3.0	SE	4.0	SSE	3.5	ESE	2.5	SE	2.0	SSE	1.5	SSE	2.5	SSE	1.5	SSE	0.5	SE	0.5	3.5	SE
03	SE	0.5	SSE	0.0	SSE	0.0	SSE	0.0	SSE	0.0	SSE	0.0	E	0.0	ESE	0.5	ESE	1.5	ESE	2.5	ESE	4.0	SSE	4.0	SSE	4.0	SE	3.0	SE	4.0	S	3.0	WNW	2.5	WNW	1.5	WNW	3.0	S	0.5	ENE	0.5	SSE	1.5	SSE	2.5	SSE	2.5	2.3	SSE
04	SSE	1.5	SSE	1.5	S	0.5	SSE	2.0	SSE	0.5	SSE	0.5	SE	0.0	ESE	0.5	SE	1.5	SSE	4.5	SSE	4.0	SE	1.5	SE	2.0	SSE	4.5	E	2.0	W	2.0	W	1.0	WNW	1.5	NNW	2.0	SSE	1.5	SSE	2.0	SSE	1.0	SSE	0.0	SE	0.5	1.8	SSE
05	SSE	0.5	SSE	0.5	SSE	0.5	ESE	1.5	S	1.5	SSE	2.0	SSE	1.5	SE	2.0	SE	4.0	SE	5.0	ESE	2.5	SE	4.0	SSE	4.0	S	4.0	SSE	4.0	W	2.0	NW	4.0	W	4.0	E	2.0	S	0.5	SSE	0.0	SSE	0.5	W	0.5	SSE	0.5	2.2	SE
06	NE	0.5	SE	0.0	S	0.5	SSE	1.0	S	0.0	SE	0.0	SE	0.0	SSE	2.0	S	5.5	S	4.0	S	4.0	SE	4.0	ESE	6.0	SSE	4.0	SE	5.0	ESE	2.5	S	6.0	SSE	3.5	S	4.0	SE	1.5	SSE	0.5	SSE	0.5	SSE	2.0	SE	1.5	2.9	S, ESE
07	SSE	2.0	SSE	2.0	SSE	2.0	SE	1.5	S	2.0	SSW	4.0	SSW	3.5	SSW	3.5	SE	2.0	SE	3.5	ESE	4.0	S	5.0	S	5.5	SE	5.5	SE	5.5	SE	5.5	ESE	2.0	S	2.0	S	2.5	S	1.5	S	1.5	SE	2.0	SE	2.5	SSE	1.5	3.0	SE
08	SSE	2.0	SE	2.0	SSE	0.5	S	2.0	SSE	1.5	SSE	1.0	SSE	0.5	S	4.0	S	4.5	SSE	5.5	SE	4.0	SE	5.0	SE	6.0	SE	4.5	SE	4.5	SE	2.0	SSW	2.5	NW	1.5	SE	1.5	SE	1.5	SSE	1.0	SSE	1.0	SSE	1.0	SE	1.0	2.5	SE
09	SSE	1.0	SE	1.0	SSE	1.0	SSE	1.5	SSE	3.0	SSE	4.5	S	4.0	S	2.0	SE	2.0	SE	3.5	SSE	6.0	SE	3.0	SE	4.0	SSE	3.5	S	5.5	ESE	4.0	SE	4.0	S	1.5	S	2.5	S	4.0	SSE	4.5	SSE	4.0	SSE	4.0	S	4.0	3.3	SSE
10	S	4.5	SSE	4.0	SSE	2.5	SSE	2.0	SSE	1.5	S	2.0	S	2.0	SSE	2.0	SE	2.0	SE	2.0	SE	2.5	ESE	3.0	SSE	4.0	SE	4.0	SE	4.5	SSE	5.5	SE	4.0	SE	3.5	SSE	2.0	S	1.5	SSE	1.0	SSE	1.5	SSE	1.0	SSE	1.5	2.7	SSE
11	SSE	1.0	SE	1.0	SE	1.5	S	2.5	S	3.0	SSW	4.5	SSW	4.5	ESE	4.0	E	2.5	S	3.5	S	6.0	S	5.5	S	5.0	S	4.0	S	4.5	S	4.0	E	2.5	S	8.0	SSE	4.0	SSE	2.0	SSE	1.5	SSE	1.5	S	0.5	SE	0.0	3.4	S
12	ESE	0.0	SSE	0.5	SE	1.0	SE	0.0	SSE	0.5	SSE	0.5	SE	0.5	SSE	0.5	S	2.0	SE	3.0	E	3.0	ESE	4.0	SE	2.5	SE	3.0	S	7.0	S	5.0	S	4.0	S	1.0	SSE	1.0	S	1.5	ESE	1.0	SE	1.0	SSE	2.0	SE	2.0	2.1	S
13	SE	1.0	SE	0.5	SE	0.5	E	0.0	NNE	0.0	SE	0.0	SE	0.5	SE	0.0	SE	1.0	SE	2.0	SE	3.0	ESE	3.5	SSE	4.0	SE	3.0	S	1.5	W	4.0	W	2.0	S	1.5	ENE	1.0	SSE	2.0	SSE	2.0	SSE	1.5	SSE	0.5	SE	0.5	1.8	SSE, W
14	SE	0.5	SSE	0.5	SSE	0.0	SSE	0.0	SSE	0.0	SSE	0.0	SSE	0.0	SE	0.0	SE	1.5	SE	2.0	SSE	2.0	SSE	4.0	S	4.0	S	6.0	SE	4.0	E	1.5	SE	6.0	S	2.0	SSE	2.0	SSE	2.0	SSE	2.0	SSE	1.0	SSE	1.0	SSE	1.0	2.4	SE, S
15	SE	0.5	SE	1.0	SE	1.5	SE	0.5	SE	0.0	SE	0.5	SE	0.0	SE	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SE	1.0	SE	0.5	0.9	SE
16	SSE	0.5	S	1.5	S	1.0	S	2.0	SE	2.5	SSE	1.5	SSE	2.0	SSE	3.0	SE	3.0	SE	2.5	SE	5.0	SSE	4.5	S	5.5	S	2.0	S	2.0	SSE	2.0	SE	2.0	SE	2.0	S	0.5	S	2.5	S	2.5	S	2.5	SSE	2.0	SE	0.0	2.4	S
17	SSE	2.0	SE	2.0	SE	3.0	S	2.5	SSE	5.0	S	3.5	S	4.5	S	3.0	SE	4.0	S	7.0	S	5.5	SSW	4.5	SSE	7.0	SSE	6.0	S	5.0	SE	4.0	SSE	2.5	S	2.0	SSE	2.0	SE	3.0	S	3.0	SSE	1.0	SE	1.0	SSE	1.0	3.5	S
18	SE	1.0	SE	1.0	SSE	1.0	SE	0.0	SE	1.5	SSE	1.0	SE	0.5	ESE	1.5	SE	2.0	S	5.0	SSE	6.0	SE	3.5	SE	3.5	SE	3.0	ESE	2.0	SE	2.5	SE	1.5	SE	2.0	S	2.0	SSE	2.0	SSE	1.0	SSE	2.0	SSE	1.0	SSE	1.5	2.1	SSE
19	SSE	1.0	SSE	1.0	SSE	1.5	SE	0.5	SE	0.0	SE	0.0	E	1.5	SE	2.0	SSE	1.0	W	2.0	SSE	1.5	NW	2.0	NW	1.5	NW	1.0	SW	1.0	NW	1.5	NW	2.0	S	0.5	SSE	1.5	SSE	1.0	SSE	0.5	S	1.0	SSE	0.0	S	1.5	1.3	SSE
20	SSE	1.5	SSE	1.5	SSE	1.5	S	0.5	SE	1.5	SE	2.0	S	2.0	SE	3.0	SSE	2.0	SSE	2.0	SSE	3.5	SSE	5.5	SSE	6.5	SSE	4.5	SSE	3.5	S	2.5	SSE	2.5	S	1.5	SSE	1.0	S	0.5	S	2.0	S	0.5	S	2.0	S	2.0	2.3	SSE
21	SSE	2.0	SSE	0.5	SSE	2.0	SSE	3.0	SE	4.0	SSE	7.0	SSE	6.0	SSE	7.0	SSE	7.0	SSE	5.5	SSE	7.0	SE	5.0	SSE	6.0	SE	6.0	SSE	5.0	SSE	5.5	SSE	1.5	S	1.0	S	1.0	SSE	1.5	SSE	0.0	SSE	0.0	S	0.5	SSE	0.5	3.8	SSE
22	SSE	0.5	SSE	0.5	SSE	0.0	SSE	0.0	SSE	0.0	E	0.0	ESE	0.0	SSE	4.0	SSE	4.0	SSE	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	SSE
23																																																		
24																																																		
25																																																		
26																																																		
27																																																		
28																																																		
29																																																		
30																																																		
31																																																		

TABLA Nº 22

GRAFICO Nº 1

VARIACION DE LA CONCENTRACION DE POLVO EN SUSPENSION (TSP) CON EL DIA DE LA SEMANA DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO DE LA C.A. FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS

PERIODO: 20/06/81 AL 02/07/81 HORARIO: 24 HORAS DEL DIA

ESCUELA DE LA FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS PUNTO DE MUESTREO Nº 1

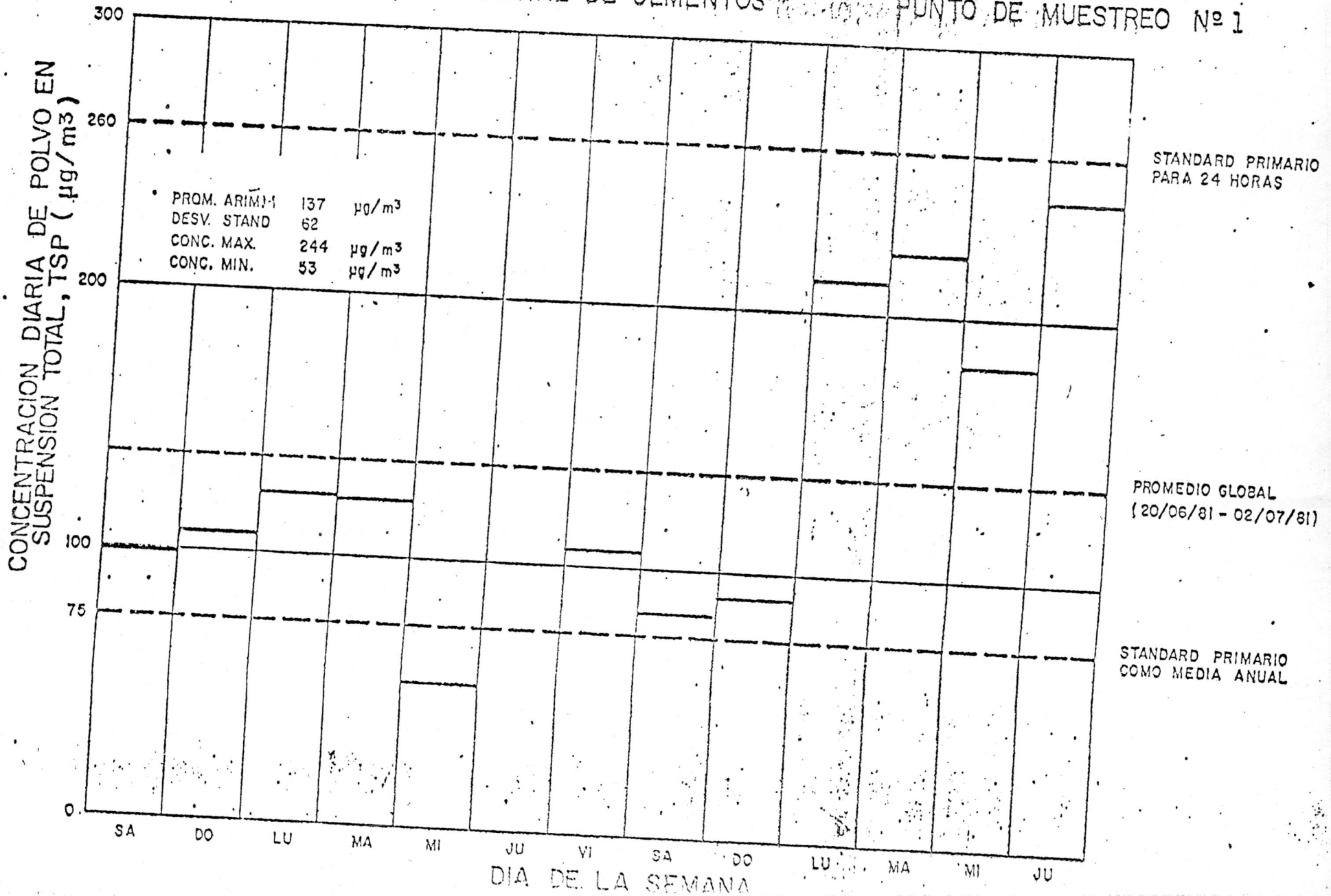


GRAFICO Nº 2

VARIACION DE LA CONCENTRACION DE POLVO EN SUSPENSION (TSP)
CON EL DIA DE LA SEMANA DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO
DE LA C.A. FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS

PERIODO: 20/06/81 AL 02/07/81 HORARIO: 24 HORAS DEL DIA

ESCUELA ALEJANDRO FUENMAYOR PUNTO DE MUESTREO Nº 2

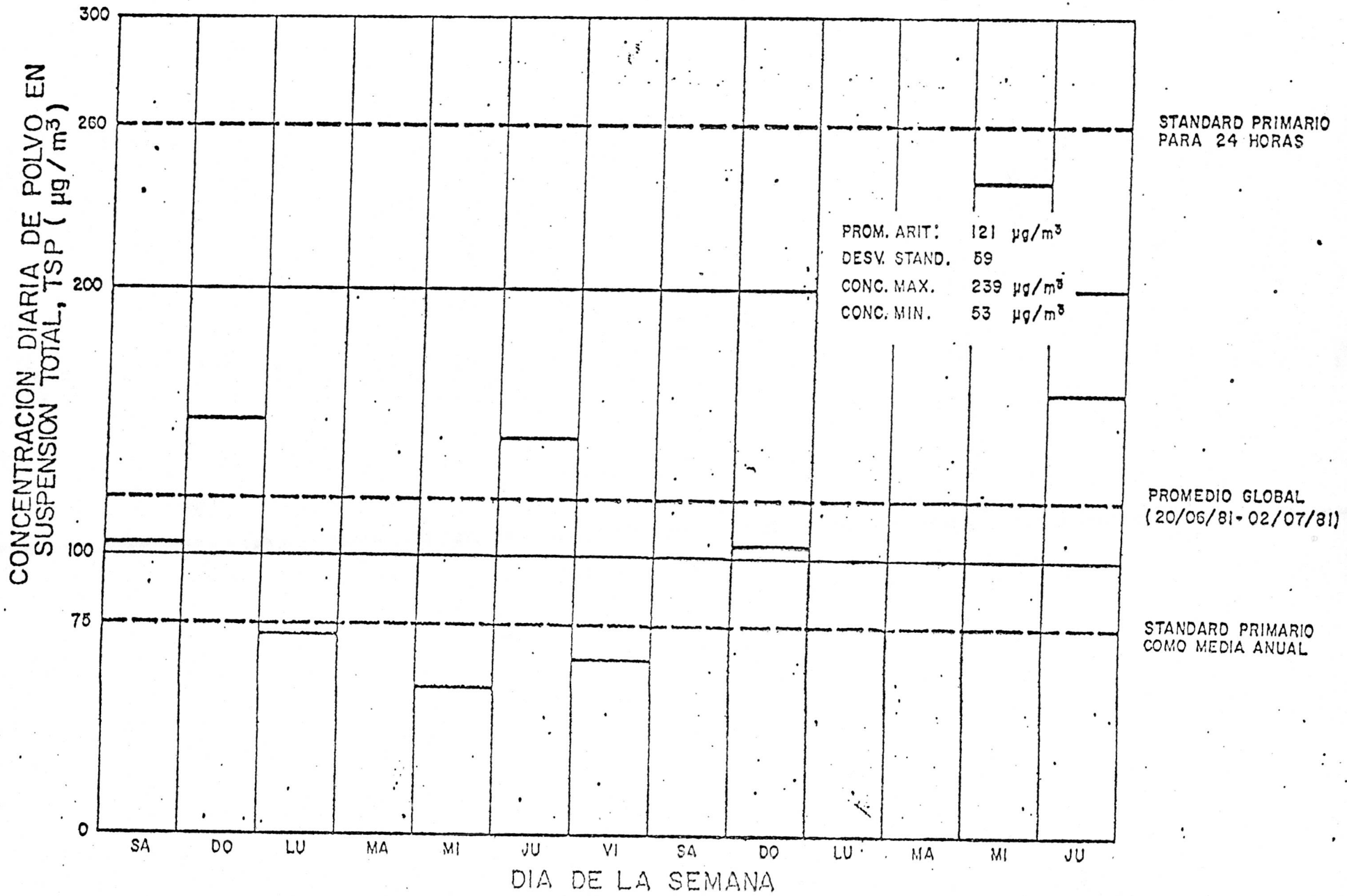


GRAFICO Nº 4

VARIACION DE LA CONCENTRACION DE POLVO EN SUSPENSION (TSP) CON EL DIA DE LA SEMANA DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO DE LA C.A. FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS

PERIODO: 20/06/81 AL 02/07/81 HORARIO: 24 HORAS DEL DIA

CENTRO COMERCIAL EUBA-MONTALBAN PUNTO DE MUESTREO Nº4

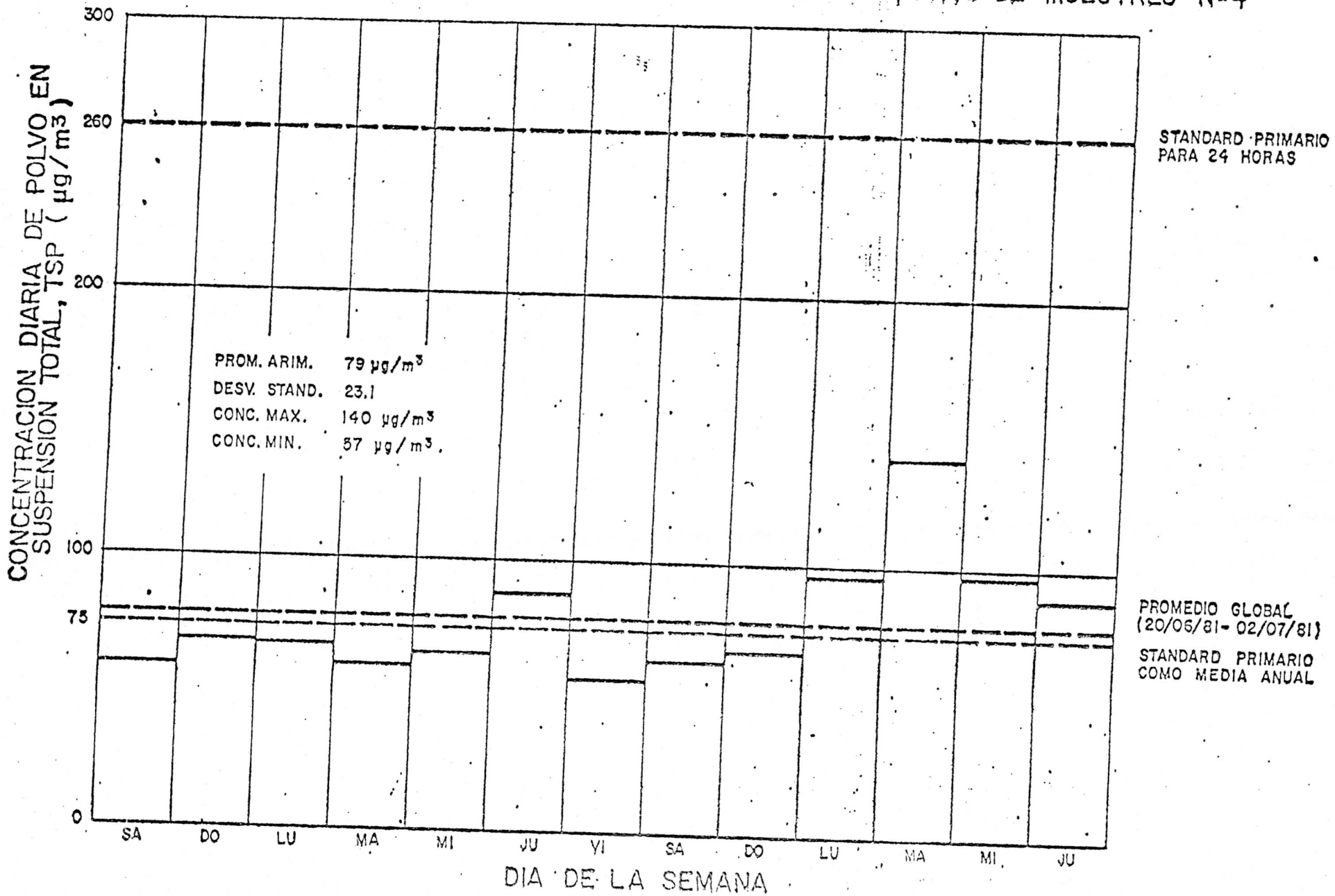


GRAFICO Nº 3

VARIACION DE LA CONCENTRACION DE POLVO EN SUSPENSION (TSP) CON EL DIA DE LA SEMANA DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO DE LA C.A. FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS

PERIODO: 20/06/81 AL 02/07/81 HORARIO: 24 HORAS DEL DIA

MODULO POLICIAL LOS MANGOS

PUNTO DE MUESTREO Nº 3

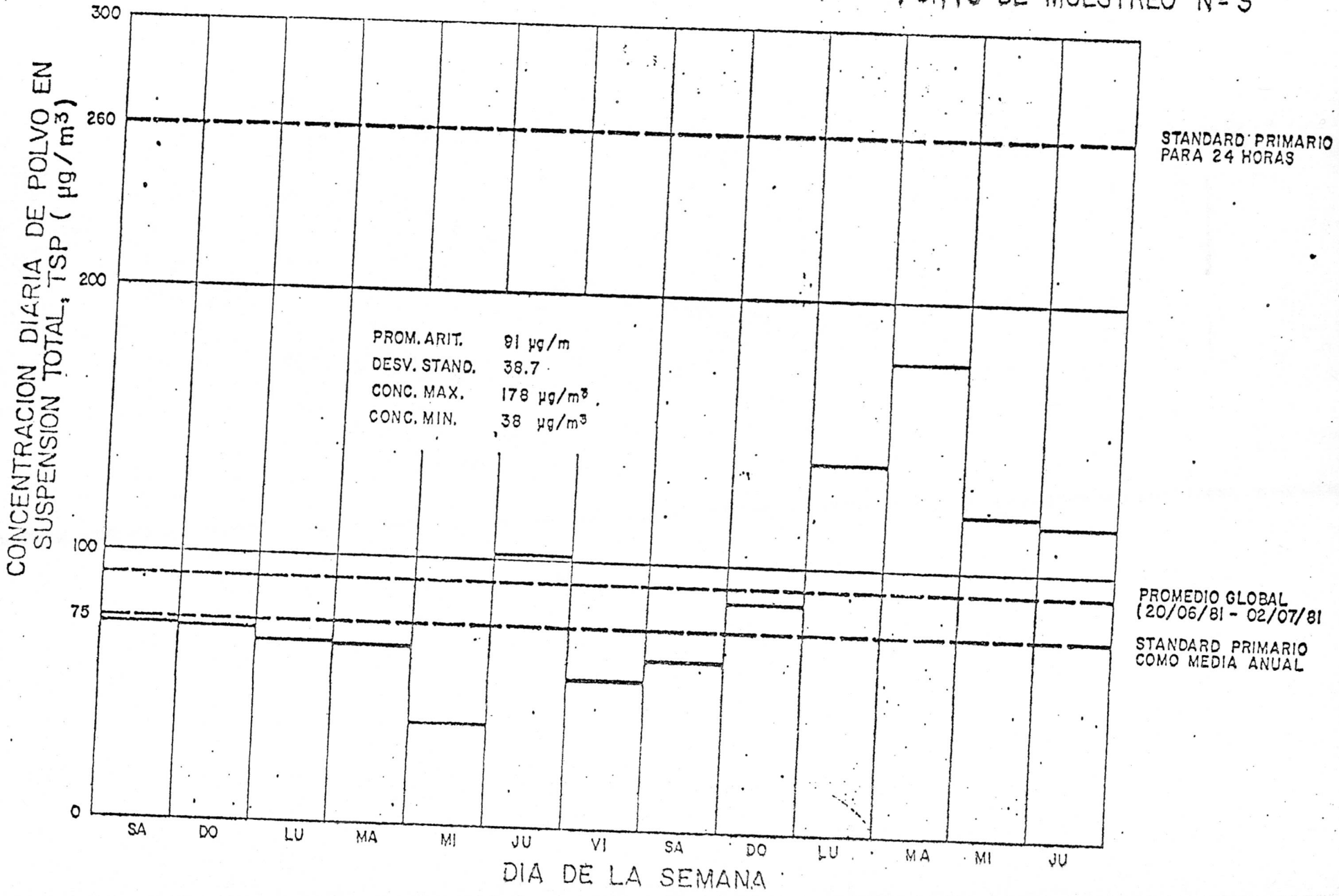
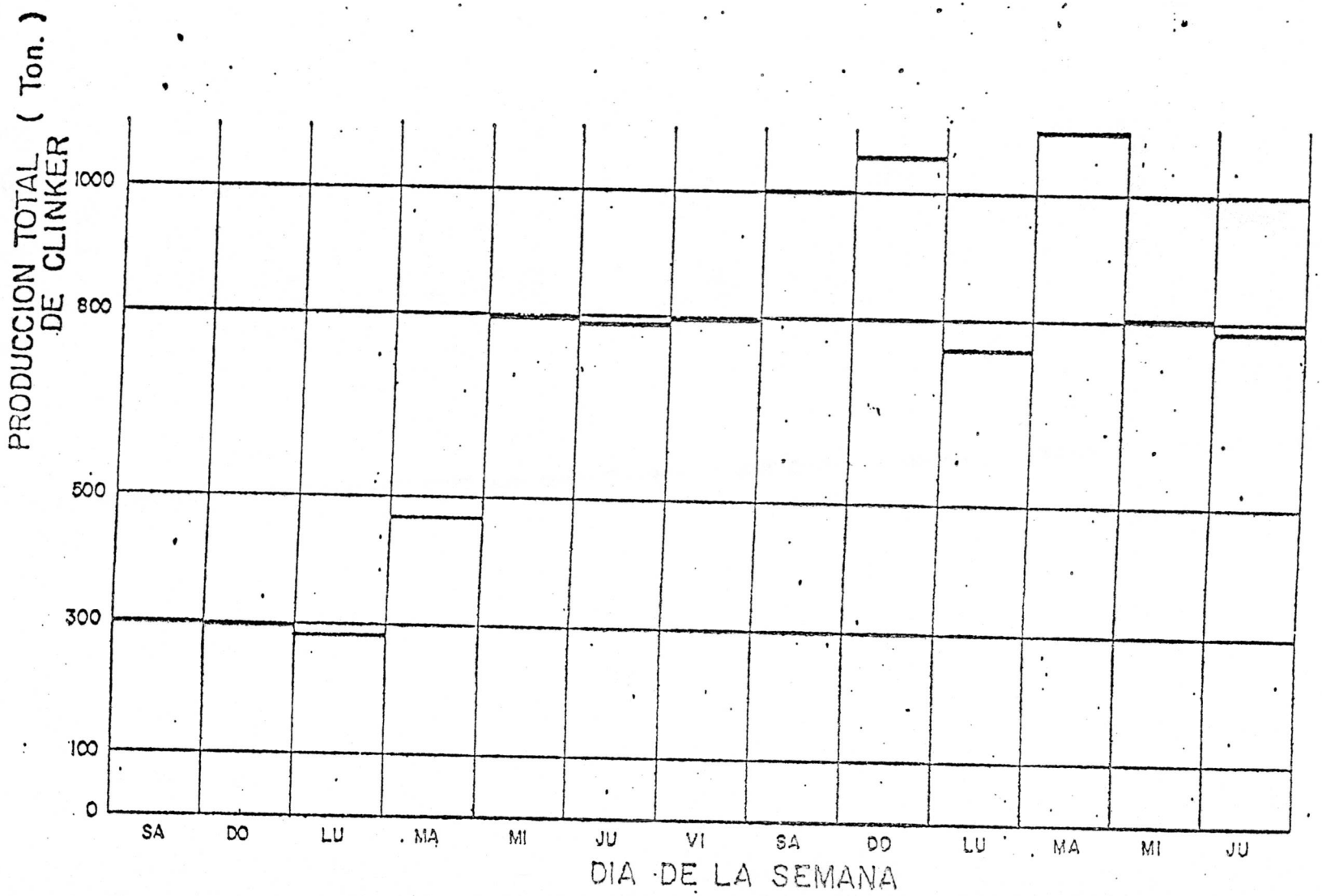


GRAFICO Nº 5

PRODUCCION CLINKER TOTAL (ton.) DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO 20/06/81 AL 02/07/81



PROMEDIO ARITMETICO GLOBAL DE TSP DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO.

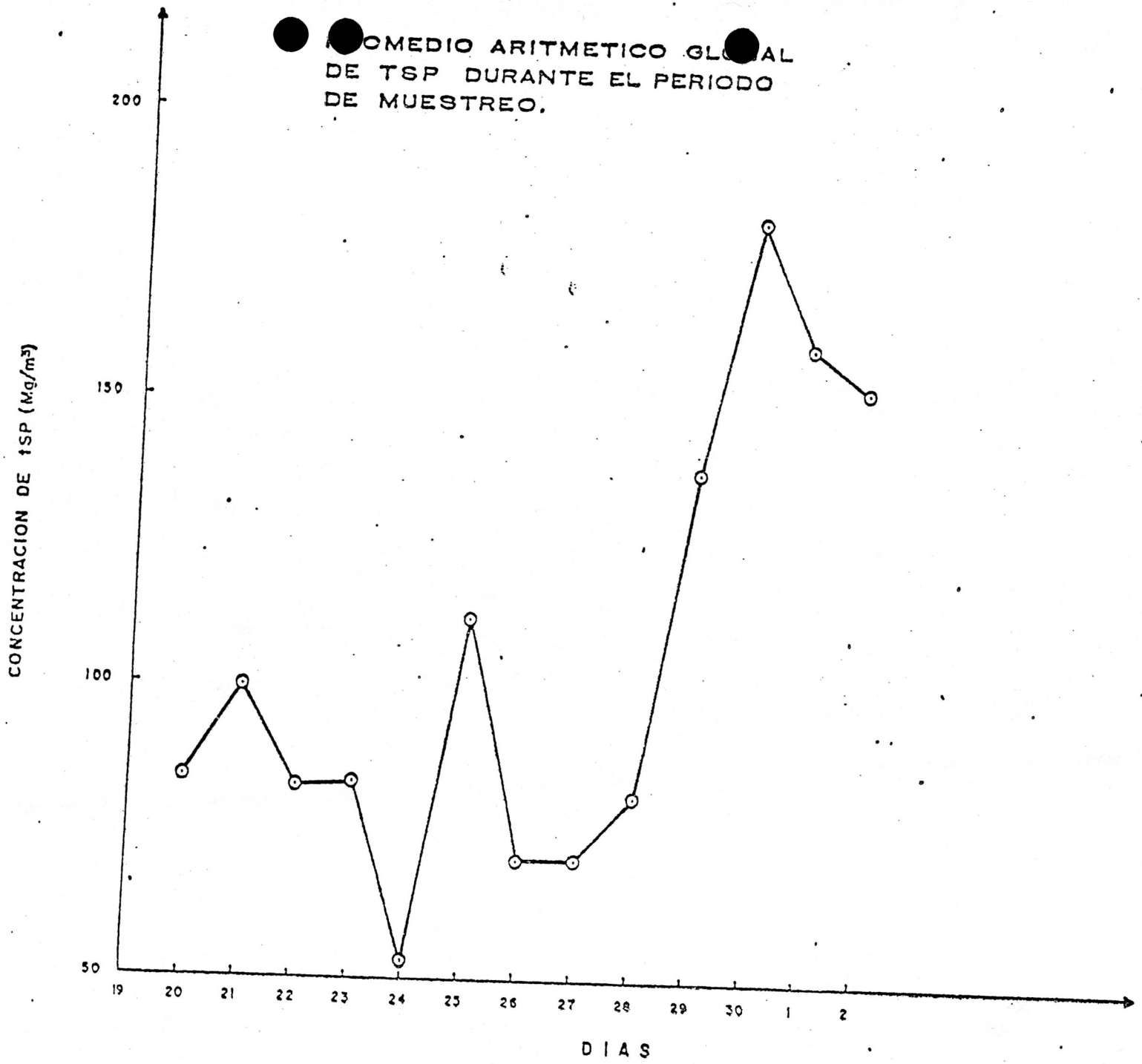


GRAFICO Nº. 6

CONCENTRACION DE POLVO EN SUSPENSION DETERMINADA EN LOS CUATRO PUNTOS DE MUESTREO.

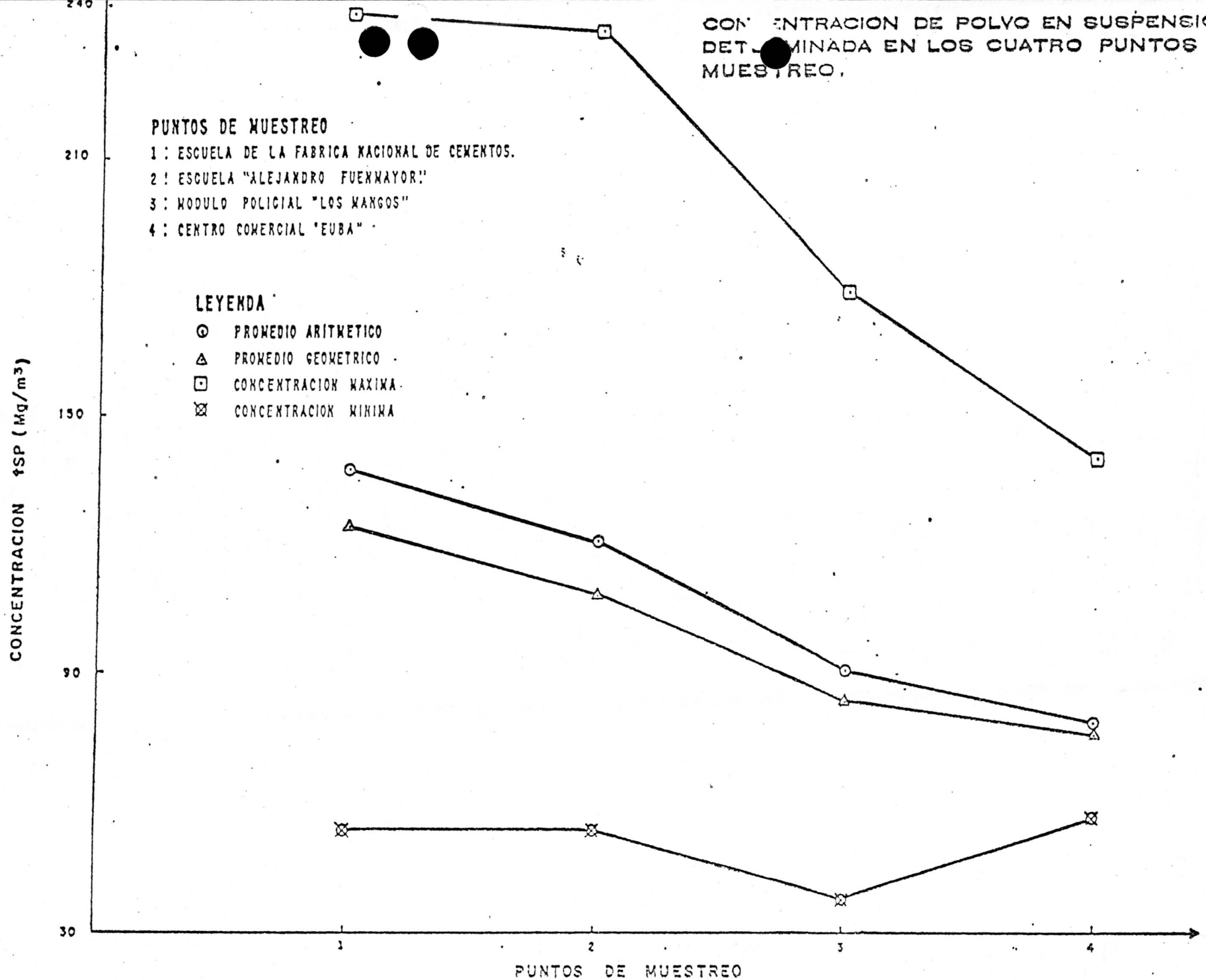


GRAFICO No. 7

VARIACION DURANTE EL MES DE LA HUMEDAD RELATIVA

LUGAR CEMENTOS LA VEGA MES JUNIO - JULIO AÑO 1.981

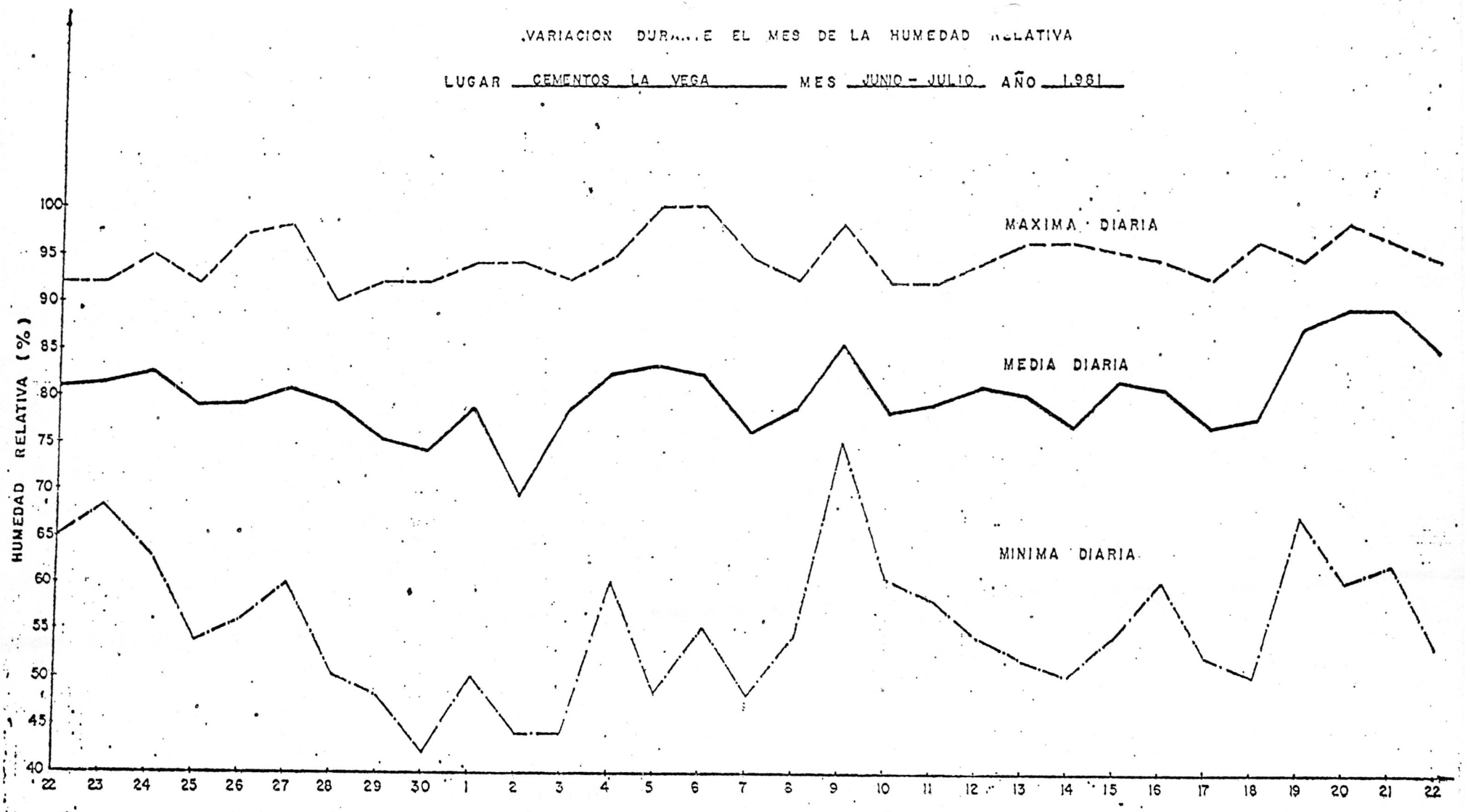
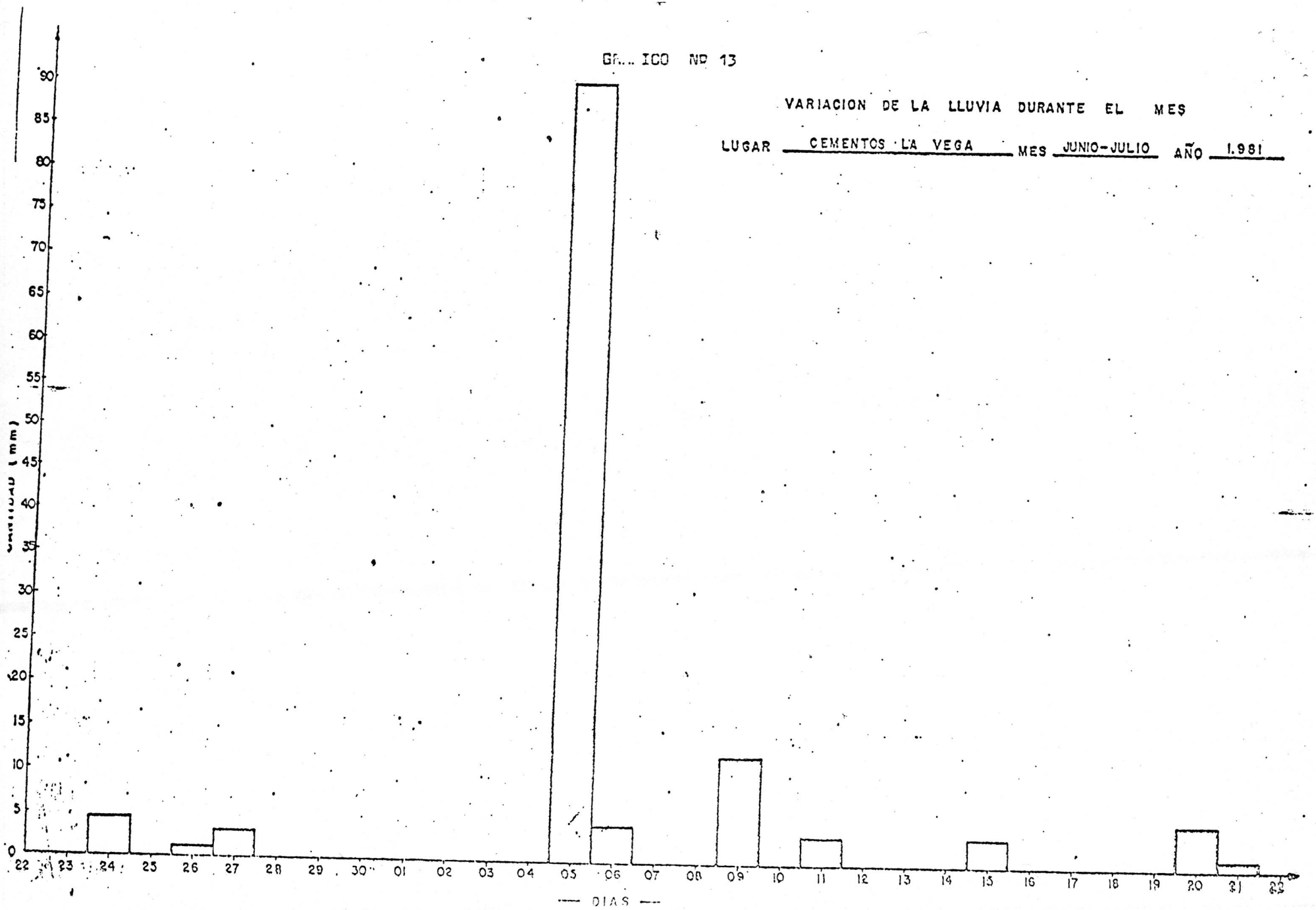


GRAFICO NO 12

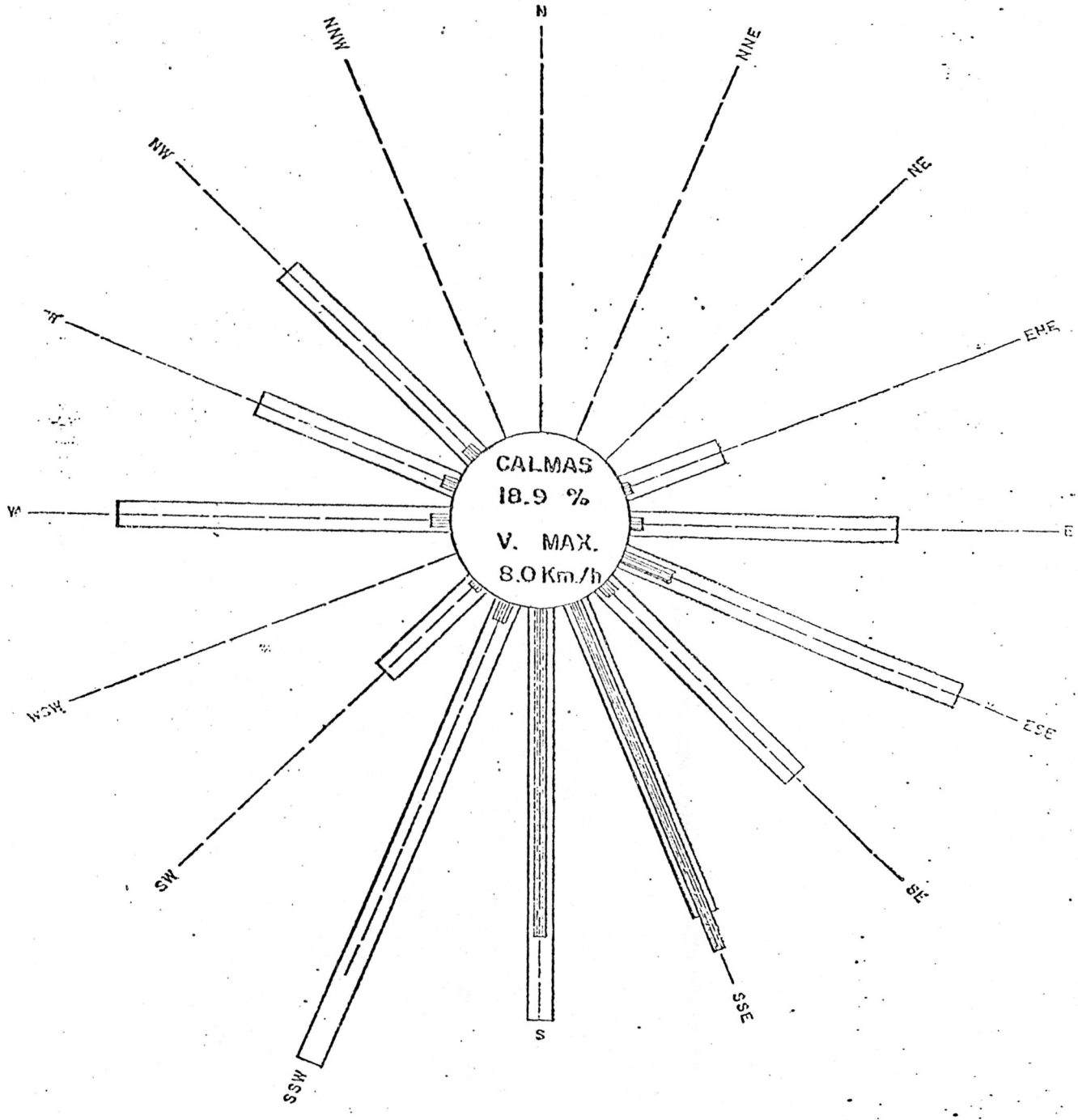
GRAFICO NO 13

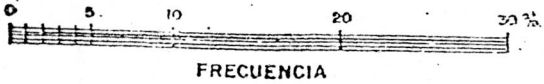
VARIACION DE LA LLUVIA DURANTE EL MES

LUGAR CEMENTOS LA VEGA MES JUNIO-JULIO AÑO 1.981

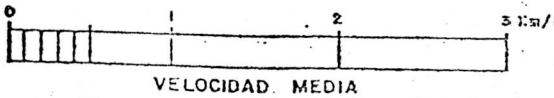


FRECUENCIA DE LA DIRECCION DEL VIENTO Y VELOCIDAD MEDIA PARA CADA DIRECCION





FRECUENCIA



VELOCIDAD MEDIA

LUGAR: CEMENTOS LA VEGA
MES: JUNIO - JULIO
AÑO: 1.981

GRAFICO Nº 8

GRAFICO Nº 9

CONCENTRACION DIARIA DE T.S.P Y CaO EN EL PUNTO DE MUESTREO. Nº 1, COMPRENDIDO EN EL PERIODO 20-6-81 AL 02-7-81

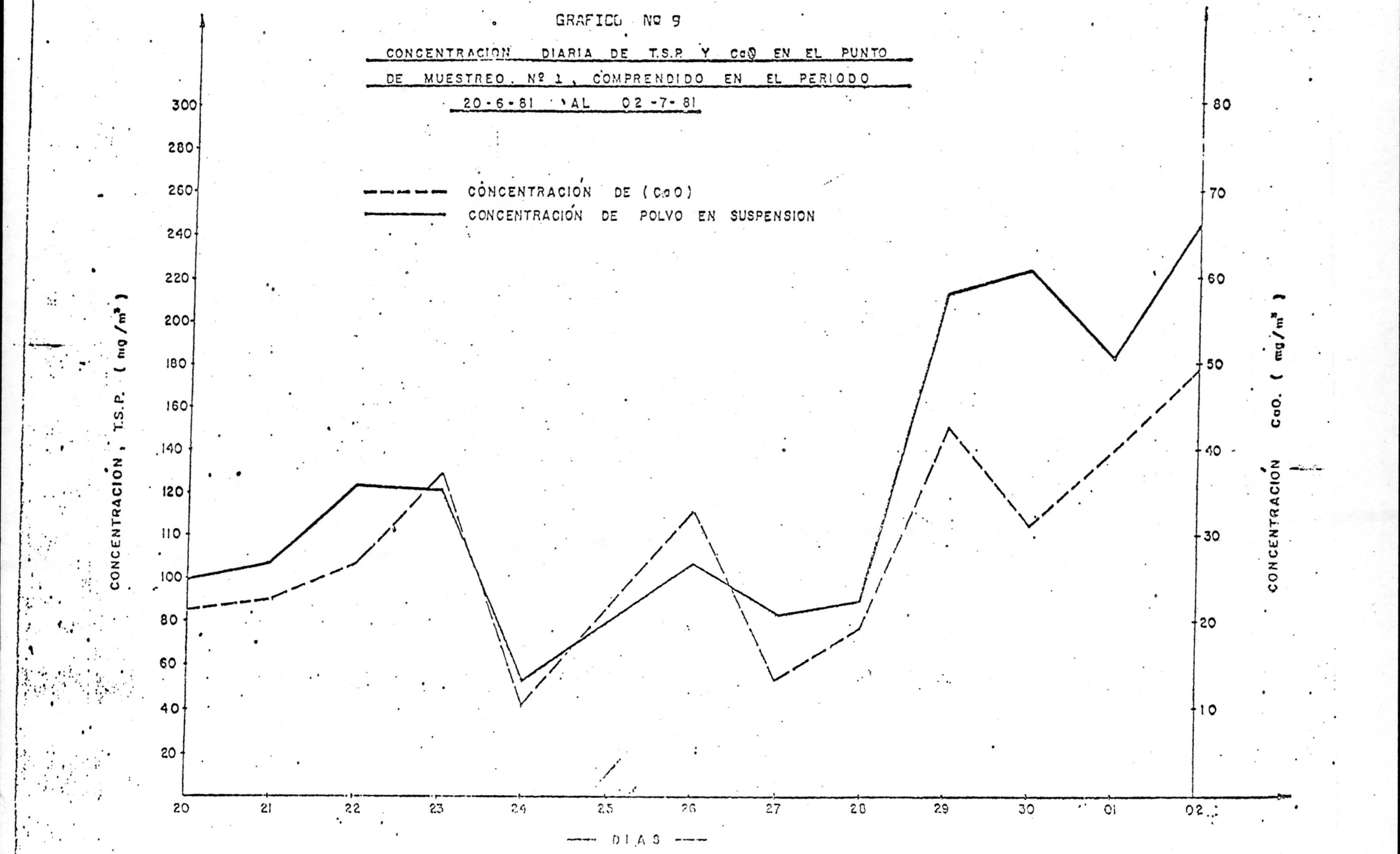
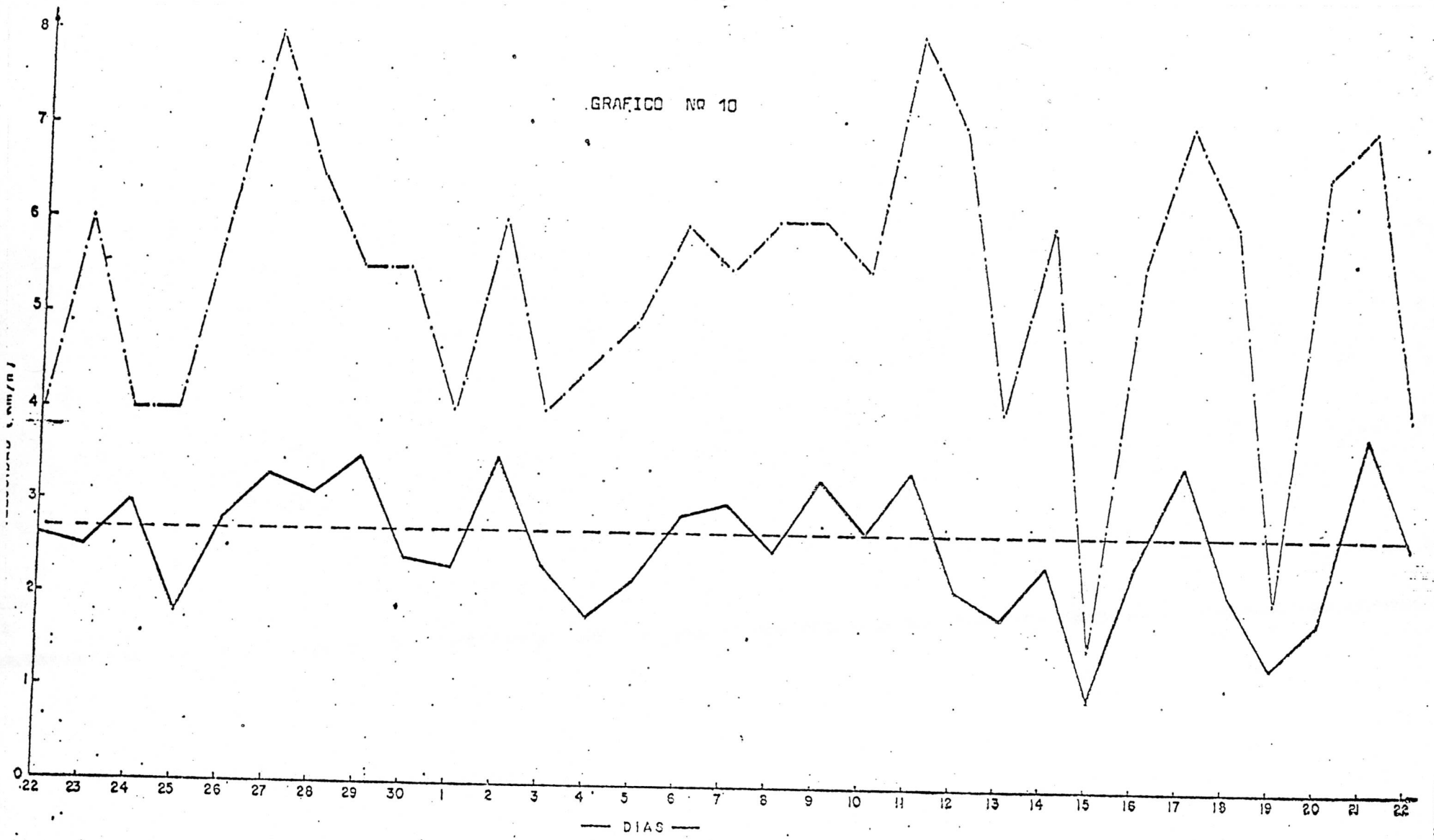


GRAFICO Nº 10



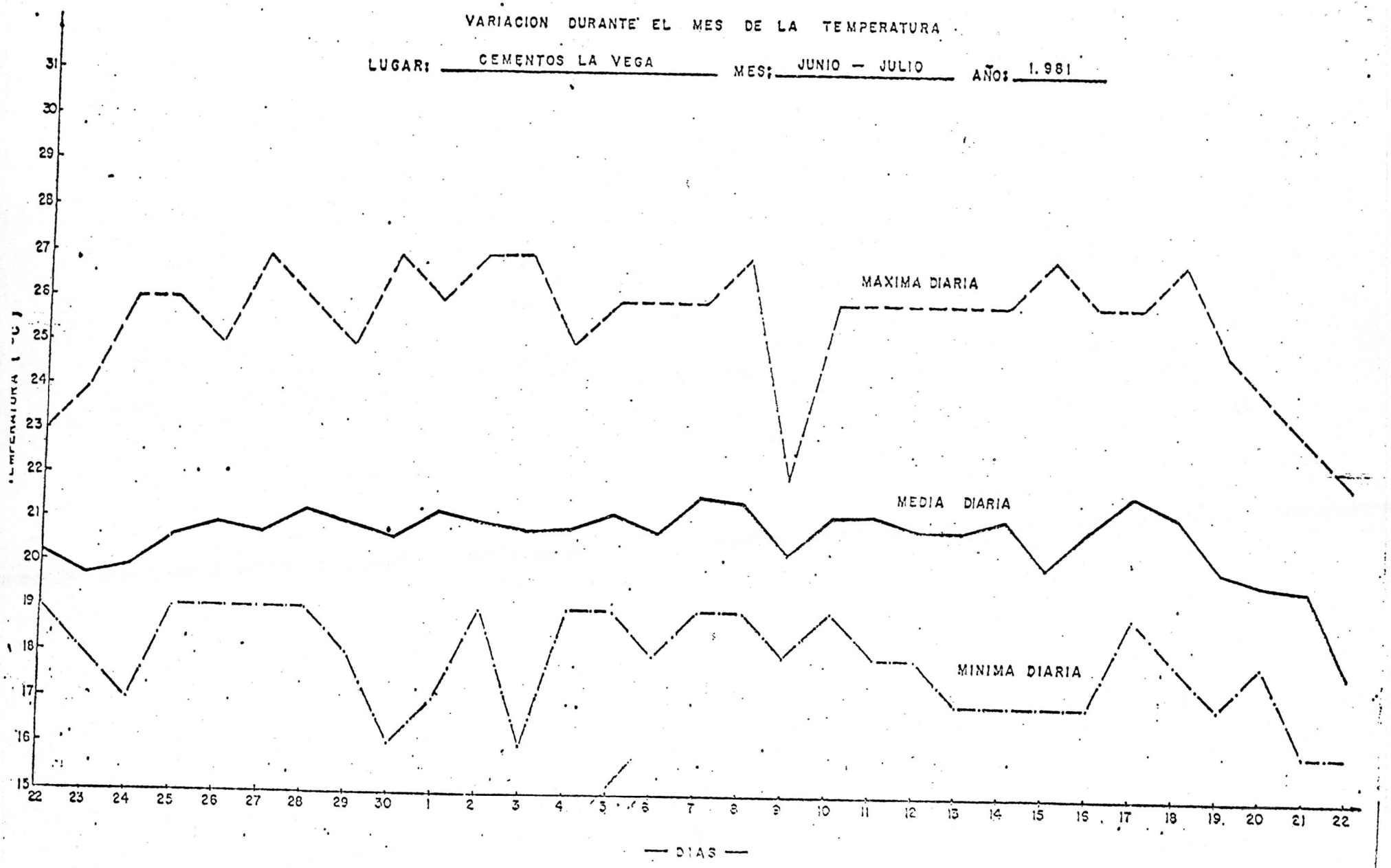
VARIACION DURANTE EL MES DE LA VELOCIDAD

LUGAR CEMENTOS LA VEGA MES JUNIO - JULIO AÑO 1.981

GRAFICO) 11

VARIACION DURANTE EL MES DE LA TEMPERATURA .

LUGAR: CEMENTOS LA VEGA MES: JUNIO — JULIO AÑO: 1.981



VELOCIDAD DEL VIENTO

LUGAR. CEMENTOS LA VEGA MES JUNIO - JULIO AÑO 1.981

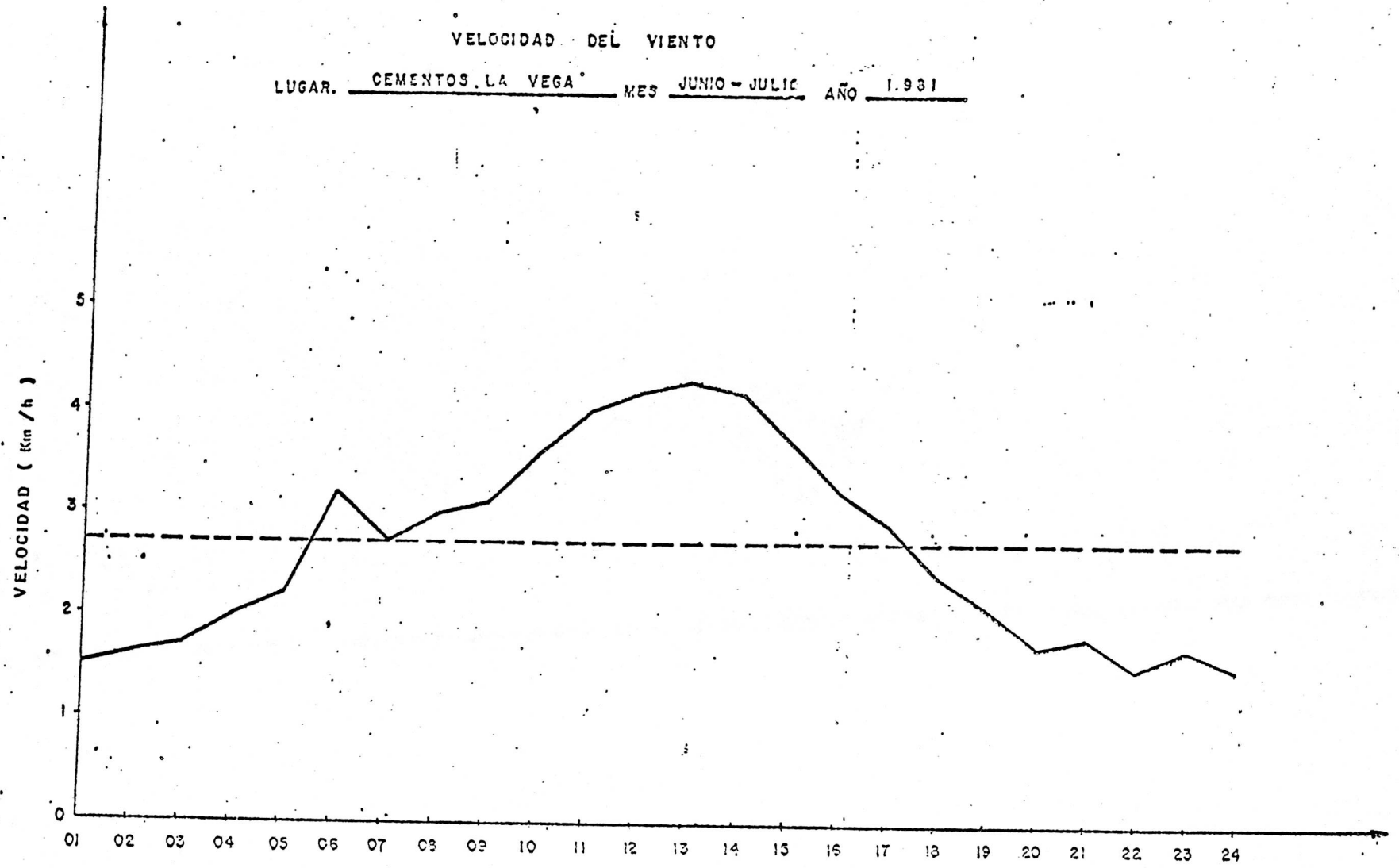


GRÁFICO Nº 14

GRAFICO NO 15

TEMPERATURA MEDIA HORARIA

LUGAR: CEMENTOS LA VEGA MES: JUNIO - JULIO AÑO: 1.981

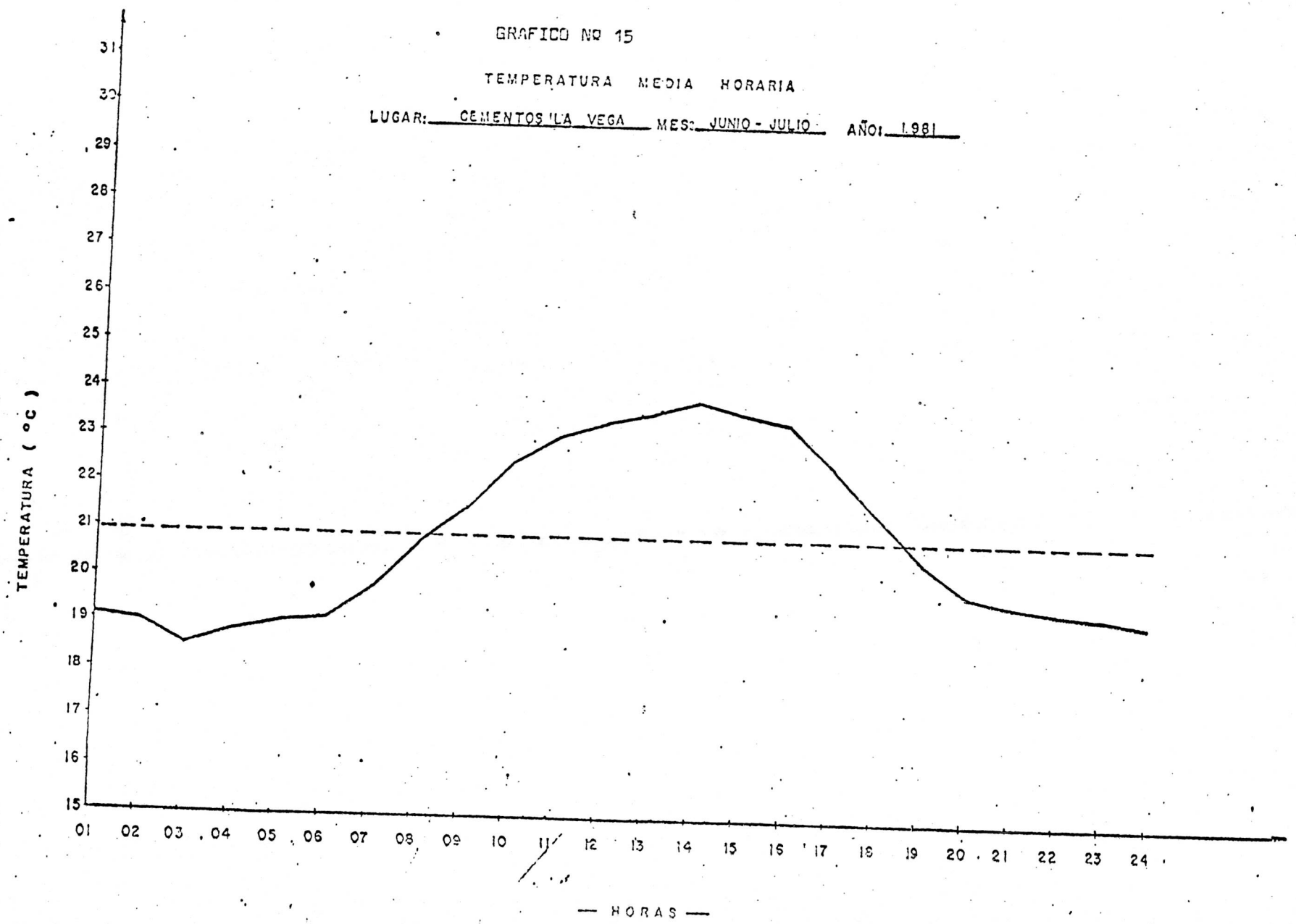
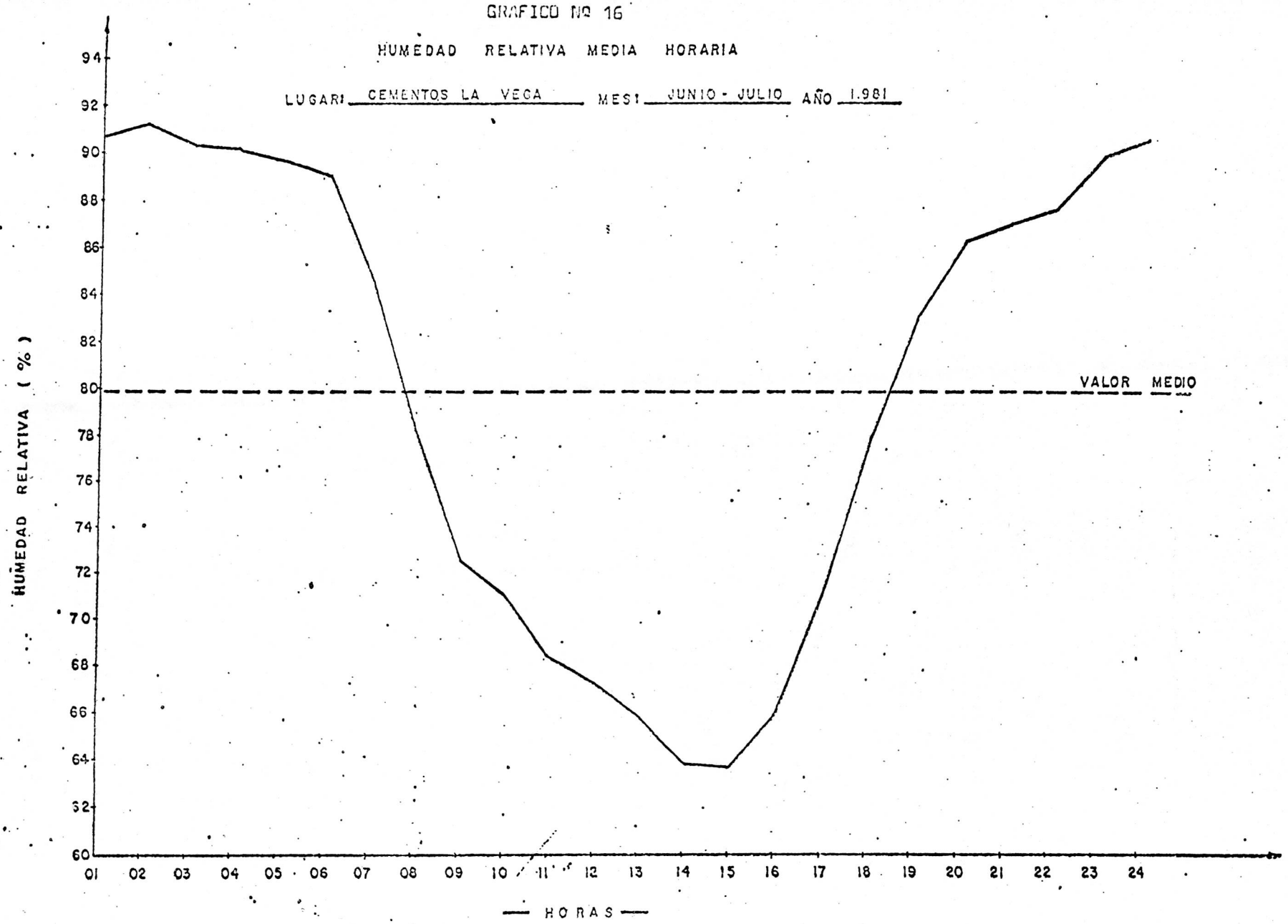


GRAFICO Nº 16

HUMEDAD RELATIVA MEDIA HORARIA

LUGAR: CEMENTOS LA VEGA MES: JUNIO - JULIO AÑO 1.981



ANEXO C.

MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCION DE MALARIOLOGIA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL
DIVISION DE INVESTIGACIONES SOBRE CONTAMINACION AMBIENTAL
(DISCA)

DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EJECUCION
DE PROYECTOS DE INVESTIGACIONES
(DPEPI)

INVENTARIO INDUSTRIA

ZONA: 16 SUB-ZONA: B4

1. Nombre de la Empresa: " C.A. Fábrica Nacional de Cemento"
2. Dirección: Calle real de la Vega (Final)
3. Materias Primas: Caliza, Arcilla, Yeso.
4. Productos: Cemento Portland, tipo I, (Gris)
5. Equipos que producen Emisiones: Trituradoras, Molinos, Hornos, Transportadores, ensacadoras, etc.
6. Uso de Solventes, Tintas, Lacas, Barnices, Pinturas.

TIPO	CONSUMO	EMISIONES
-	-	-
-	-	-

7. Consumo de combustibles (No incluye calderas)

TIPO	CONSUMO	EMISIONES
Gas Natural	55 X 10^6 m^3/ año	

8. Emisiones debidas al proceso: Particulas en suspensión
9. Equipos de Control: Precip. Electrost. 14 filtros de mangas, ciclones.
10. Observaciones: 5 presipitadores alectrostáticos están en los hornos, el el resto en los molinos. hay una batería de ciclones antes de los presipitadores electrostáticos.

MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCION DE MALARIOLOGIA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL
DIVISION DE INVESTIGACIONES SOBRE CONTAMINACION AMBIENTAL
(D.I.S.C.A.)

DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EJECUCION
DE PROYECTOS DE INVESTIGACION
(D.P.E.P.I.)

INVENTARIO DE FUENTES FIJAS DE EMISION

PARTE I. INFORMACION GENERAL.-

1. Nombre de la Empresa: C.A. Fábrica Nacional de Cementos - Planta la Vega - (Cementos la Vega)
2. Dirección y teléfono: Calle real de la Vega (Final) Apto, 1366, Carmelitas . Telf. 49-38-81-85
3. Nombre del informante: Ing. Wilmer Lucena
4. Naturaleza del negocio: Producción y venta de Cementos
5. Producción anual (Expresado en la Unidad más conveniente): 550.000 Toneladas de Cliker (eficiencia 100%)
6. Itinerario de operación: 24 Hrs/día 7 d/sem.

PARTE II. MATERIA PRIMA.-

Indicar las materias primas consumidas durante el último año:

	MATERIAS PRIMAS	CANTIDAD ANUAL
01	Caliza	528 x 10^3 Ton/año 523.000
02	Arcilla	352 x 10^3 Ton/año 352.000
03	Yeso.	30 x 10^3 Ton/año 30.000
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		

PARTE III.- PRODUCTOS.

Indicar los productos fabricados en el último año:

	PRODUCTOS FABRICADOS	CANTIDAD ANUAL
	Cemento Portland (gris)	12×10^6 sacos
	Tipo I. ( )	(510.000 Ton/año
		)

PARTE IV.- CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION.

Sólo un producto [X]

Varios productos alternadamente [ ]

Varios productos simultaneamente [ ]

PARTE V. COMBUSTIBLES USADOS.

Tipo de combustible	Tipo de equipo. Ejem: horno, caldera, etc.	Capacidad del equipo	Cantidad mensual	Cantidad anual
Gas Natural	Hornos (4) H_1	300 Ton/día	-	-
	H_2	300 Ton/día	-	-
	H3	550 Ton/día	-	-
	H_4	600 Ton/día	-	-
	TOTAL	1.750 Ton/día	4500000 m3	54000000 m3

1.200 Kcal/Kgs Cliker

PARTE VI.- RESIDUOS SOLIDOS.

1. Tipo (s) Principal (es) de residuos de operación _____

2. Si existe Incinerador, especifique tipo, capacidad y cantidad diaria ó semanal quemada: - No existe

PARTE VII.- EQUIPO DE CONTROL PARA EMISIONES.

Si existe equipo de control de emisiones especifique:

TIPO	Equipos a los que sirve	Eficiencia
Ciclon/prec.	Horno 1	98%
Ciclon/prec.	Horno 2	98%
Ciclon/prec.	Horno 3	98%
2 prec. en serie	Horno 4	99.8%
Filtro Manga	Molinos	
Filtros Lonas	Trituradores	

PARTE VIII. CHIMENEAS O ESCAPES.

Altura sobre el nivel del piso.	Diámetro interno	Gases de salida		Fuentes ó equipos de donde provienen los gases de escape.
		Tem. (ºC)	Velocidad (m/seg)	
H_1: 60 m.	2.40 m.	250		Hornos
H2: 60 m.	2.48 m.	250		Precalentadores
H_3: 60 m.	3.46 m.	250		
H_4: 61 m.	3.48 m.	250		

La Fábricación de cemento incluye varios procesos, todos ellos generadores de polvos como recepción de la materia prima, trituración y almacenaje, molienda, homogenización, cocción para la producción del clinker mezcla del clinker con yeso, almacenaje, empaque y despacho del cemento.

Las emisiones tambien incluyen los productos de combustión normales del combustible utilizado para las operaciones en los hornos y de secado.

Los factores de emisión utilizados fueron extraídos del " Compilation of air pollutant emission factors " de la E.P.A. y son los siguientes:

Contaminantes (Kg/Ton)	Horno *	Molinos y secado *
Partículas	122	48
NO_2	1.3	-

* Valores sin equipos de control para emisiones.

1. Estimación de las partículas emitidas.

1.1 Molienda y secado.

El proceso de molienda implica el secado de la materia prima y la reducción a polvo fino en molinos tubulares. De acuerdo a la información suministrada por la empresa, la planta posee 4 molinos los cuales tienen adaptados filtros para la recolección del polvo con una eficiencia teórica de 99% . Las emisiones estimadas se dan en la tabla Nº 1

Emisiones por proceso de Molienda y Secado.

Molino y Secador	Capacidad (Ton/Día)	Emisión de Partículas (Kg/día) Control y Eficiencia.	
M- 1	300	Filtro 99%	144
M- 2	300	Filtro 99%	144
M- 3	550	Filtro 99%	264
M- 4	600	Filtro 99%	288
Total por Día			840 (Kg/día)
Total por Año			252 (Ton/año)

../...

1.2. Cocción de la harina cruda

Para la cocción en la harina cruda y elaboración del clinker la empresa posee cuatro hornos tubulares, tres de los cuales poseen como sistema de control ciclones múltiples en serie con un precipitador electrostáticos (^{c}/pe), eficiencia 97.5% y el cuarto horno posee como sistema de control dos precipitadores-electrostáticos en serie (pe/pe), con eficiencia teórica del 98%.

Tabla Nº 2

Emisiones en los hornos de cocción con control

Horno	Capacidad Ton/día	Control y Eficiencia	Emisión de Partículas (Kg/día)
H_1	300	^{c}/pe 97.5	915
H_2	300	c/pe 97.5	915
H_3	550	^{c}/pe 97.5	1677
H_4	600	pe/pe 98.0	1464
Total (Kg/día)	1750		4971
Ton/año	72500		1.491.3

../..

Se observó en diversas oportunidades que los precipitadores no trabajan en forma regular, por lo que se estimaron los contaminantes emitidos en el caso más desfavorable (sin funcionar los precipitadores electrostáticos en los tres (3) primeros hornos y trabajando solo uno de ellos, en el cuarto horno).

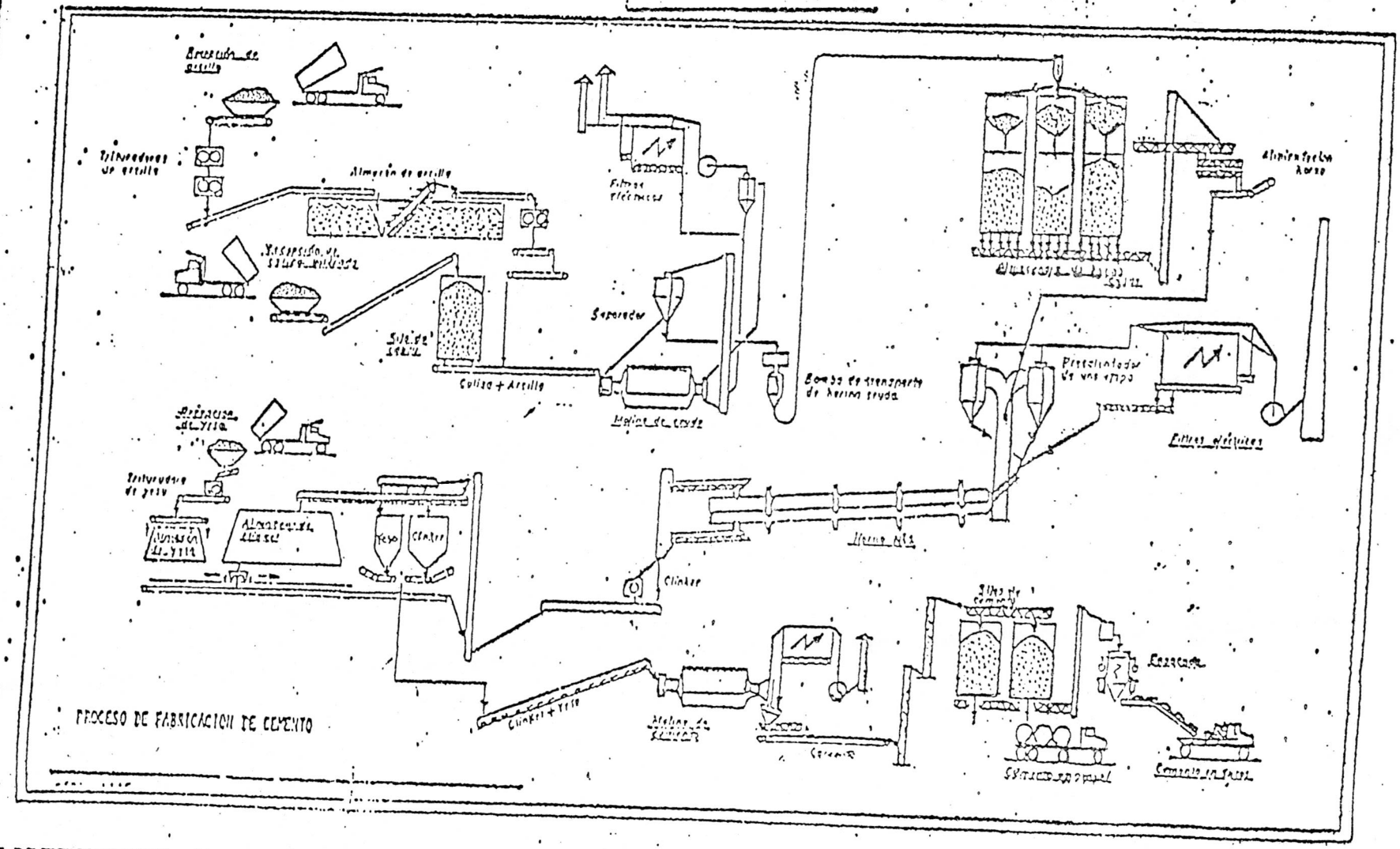
Estas emisiones con control parcial fueron promediadas con las emisiones con control, lo que significa suponer que un 50% del tiempo la planta opera con condiciones ópticas de control, los valores promedios obtenidos fueron los utilizados para los efectos de las estimaciones de emisiones contaminantes en el valle de Caracas.

Tabla Nº 3.

Emisión con control parcial

Hornos	Control y eficiencia		Emisiones (Kg/día) Partículas
H_1	C	80%	7.320
H_2	C	80%	7.320
H_3	C	80%	13. 420
H_4	Pe	95%	3.660
TOTAL (Kg/día)			31.720
Ton/año			9.516

ARR/EVI/OTG/mlr
31/07-81.


Trituradora de arcilla
Almacén de arcilla
Filtros eléctricos
Separador
Caliza + Arcilla
Molino de crudo
Bomba de transporte de harina cruda
Precalentador de vía seca
Filtros mecánicos
Trituradora de yeso
Almacén de yeso
Yeso
Clinker
Molino N°2
Clinker
Clinker + Yeso
Molino de cemento
Cemento
Ensacado
PROCESO DE FABRICACION DE CEMENTO

La Vega, 9 de Mayo de 1974

RELACION DE DISPOSITIVOS DE DESPOLVAMIENTO INSTALADOS EN LA C.A. FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS PLANTA LA VEGA

TRITURACION DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas procedentes de las canteras se trituran en dos (2) equipos de trituración hasta un tamaño de aproximadamente 1". El polvo producido durante esta operación se recolecta antes de salir a la atmósfera por los equipos siguientes :

a) Trituradora # 2 :

1 filtro "Sly" N° 78 de 234 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 240 m^3/min a 83° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

b) Trituradora # 3 :

1 filtro "Sly" N° 44 de 138 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 116 m^3/min a 83° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9%

MOLIENDA DE HARINA CRUDA

Durante la molienda de las materias primas, éstas se secan y se muelen (se reducen a polvo fino) en molinos tubulares y el polvo producido durante esta operación se recupera en cada molino antes de salir a la atmósfera por medio de los equipos siguientes :

a) Molino Tirax N° 1 :

1 filtro "Sly" N° 136 de 402 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 230 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

..//..

b) Molino Tirax N° 2 :

1 filtro "Sly" N° 136 de 404 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 280 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

c) Molino Tirax N° 3 :

1 filtro "Sly" N° 136 de 404 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 280 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9%

d) Molino Unidan 24 :

1 filtro "Sly" de 302 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 200 m3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

HOMOGENEIZACION Y ALIMENTACION DE HARINA CRUDA

La harina cruda proveniente de los molinos tubulares se transporta por medios neumáticos a silos de almacenamiento. El polvo que se produce por la caida del material en los silos se recolecta por el equipo siguiente :

a) Silos de Crudo :

1 filtro "Sly" N° 44 de 128 sacos, tipo 360 de 2 cámaras.

Capacidad = 167 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

COCCION DE HARINA CRUDA

Los gases de escape provenientes de la combustión del gas natural durante la cocción de la harina cruda en los hornos rotatorios se depuran antes de salir a la atmósfera por medio de los equipos siguientes :

1. Horno # 1

a) 1 filtro mecánico de 8 ciclones, tipo 10 A2

Capacidad 1900 m^3/min a 350° C y 680 mmHg

Eficiencia = 85%

b) 1 filtro electrostático, tipo SF (BUELL) de 2 cámaras y 1 sección (1 sección y 2 etapas), modelo 12W 24.0-317.

Capacidad = 1900 m^3/min a 350° C y 680 mmHg

Eficiencia = Mayor 90%

Eficiencia combinada de la instalación = 98,5 %

2. Horno # 2 :

a) 1 filtro mecánico de 12 ciclones, tipo 10 A2

Capacidad = 1900 m^3/min a 350° C y 680 mmHg

Eficiencia = 85%

b) 1 filtro electrostático, tipo SF (BUELL) de 2 cámaras y 1 sección

Capacidad = 1900 m^3/min a 350° C y 680 mmHg

Eficiencia = Mayor de 90%

Eficiencia combinada de la instalación = 98,5 %

3. Horno # 3 :

a) 1 filtro mecánico de 16 ciclones, tipo 11 1/2 A2

Capacidad = 3350 m^3/min a 350° C y 680 mmHg

Eficiencia = 85%

b) 1 filtro electrostático, tipo SF (BUELL) de 6 cámaras y 2 secciones

Capacidad = 3350 m^3/min a 350° C y 680 mmHg

Eficiencia = Mayor de 90%

Eficiencia combinada de la instalación = 98,5%

4. Horno # 4 :

a) 1 filtro electrostático, tipo SF (BUELL) de 2 secciones y 4 cámaras

Capacidad = 3350 m^3/min a 350° C y 680 mmHg

Capacidad = 3350 m^3/min a 350° C y 680 mmHg

Eficiencia = Mayor de 99%

b) 1 filtro electrostático, tipo FL(SMIDTH) de 2 secciones y 4 cámaras

Capacidad = 3250 m^3/min a 350° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

Eficiencia combinada de la instalación = 99.7%

En algunos hornos rotatorios (# 2 y 3) el producto resultante final (clinker) se enfria por la inyección de aire fresco a equipos especiales para este fin (Enfriadores). Durante este proceso, el polvo arrastrado por el aire se limpia y recolecta por los equipos siguientes :

a) Enfriador Horno # 2 :

1 filtro mecánico de 2 ciclones, tipo 10 A2

Capacidad = 570 m^3/min a 210° C y 680 mmHg

Eficiencia = 98%

b) Enfriador Horno # 3 :

1 filtro mecánico de 2 ciclones, tipo 11 1/2 A2

Capacidad = 950 m^3/min a 210° C y 680 mmHg

Eficiencia = 98 %

En los hornos Nos. 1 y 4, esta operación de inyectar aire fresco no se hace necesaria puesto que en estos hornos el equipo de enfriamiento es parte integral del horno mismo y el polvo producido es depurado junto con los gases de escape.

TRANSPORTE DE CLINKER

El clinker producido en los hornos rotatorios se transporta hacia el depósito de almacenaje por medio de cadenas de arrastre. El polvo producido se recolecta por intermedio del equipo siguiente :

a) 1 filtro "Sly" N° 113 de 332 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 400 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9%

MOLIENDA DE CLINKER

El clinker se muele finamente con una pequeña adición de yeso en molinos tubulares para producir el cemento. El despolvamiento de los molinos y sus maquinarias auxiliares se efectúa con equipos siguientes :

a) Molinos de Cemento 1 y 2 :

1 filtro "Sly" de 98 sacos, N° 34, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 130 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

b) Molino de Cemento 3 :

1 filtro "Sly" N° 22 de 98 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 130 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9%

c) Molino de Cemento 4 :

1 filtro electrostático, tipo FAB 440 F (FLSmidth)

Capacidad = 135 m^3/min a 100° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.5 %

d) Molino de Cemento 5 :

1 filtro electrostático, tipo FAB 440 (FLSmidth)

Capacidad = 135 m^3/min a 100° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.5%

ALMACENAJE, ENSACADO Y DESPACHO DE CEMENTO

El cemento, por medios neumáticos, se transporta a silos de almacenamiento y el polvo que se produce se recoge por medio del equipo siguiente :

a) Silos de Cemento

1 filtro "Sly" N° 22 de 62 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 82 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

DESPACHO DE CEMENTO

El cemento se despacha en sacos de 42.5 Kgs. y a granel, y para mantener limpios las máquinas y ambientes de trabajo se utilizan los equipos siguientes :

a) Ensacadora Bates N° 1 :

1 filtro "Sly" N° 39 de 112 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 145 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

b) Ensacadora Bates N° 2 :

1 filtro "Sly" N° 39 de 112 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 145 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

c) Ensacadora Flux N° 1 :

1 filtro "Sly" N° 22 de 68 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 82 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9%

d) Ensacadora Flux N° 2 :

1 filtro "Sly" N° 56 de 164 sacos, tipo 360 de 2 cámaras

Capacidad = 210 m^3/min a 90° C y 680 mmHg

Eficiencia = 99.9 %

WL/hl

C.A. FABRICA NACIONAL DE
CEMENTOS. PLANTA LA VEGA.

CARACTERISTICAS DE LAS CHIMENEAS

Horno # 1

Ø i = 2,40 mts.

h = 60 mts.

Horno # 2

Ø i = 2,48 mts.

h = 60 mts.

Horno # 3

Ø i = 3,46 mts.

h = 60 mts.

base de la misma chimenea en forma de cono.

Horno # 4

Ø i = 3,48 mts.

h = 61 mts.

ANEXO D.

En este anexo se presentan los requerimientos para la construcción de plataformas en las chimeneas, los datos de campo y los cálculos realizados para la determinación de la emisión total de partículas por la chimenea del horno 4 de la fábrica.

Los datos de campo corresponden a los muestreos realizados los días 19, 20 y 21 de noviembre de 1981, en la chimenea del horno 4, que era la única acondicionada para tal fin.

Los resultados obtenidos fueron utilizados para evaluar la rata de emisión de partículas a la atmósfera por esta chimenea.

Inicialmente, se presenta una breve descripción de la metodología usada, que corresponde a una prueba de este tipo.

METODOLOGIA

La metodología utilizada para realizar el muestreo fué la siguiente:

A. Determinación del número de puntos de muestreo:
Una vez medido el diámetro de la chimenea del horno Nº 4 y la ubicación de los cuatros tomas de muestra, se constató el cumplimiento de la norma Covenin Nº 1649-80, la cual establece que las tomas deben estar a una distancia de ocho (8) veces el diámetro de chimenea en el sentido del flujo y dos (2) veces el diámetro en el sentido contrario al flujo, medido a partir de las perturbaciones (contracción y salida de la chimenea respectivamente). Debido a que el diámetro es mayor de 0,61 mts, el número mínimo de puntos transversales de muestreo usado fué de doce (12).

B. Distribución de los puntos de muestreo:
Utilizando la tabla de la Pág. se calculó la localización de los puntos transversales a ser marcados en la sonda. En la misma tabla se presenta el cálculo realizado.

C. Determinación preliminar de la humedad:
Se determinó la humedad de los gases de chimenea, para ser usado como dato preliminar en el cálculo del diámetro de boquilla y factor de isocinetismo, mediante el método de condensación -Adsorción, utilizando el mismo equipo de muestreo. Los parámetros básicos para el cálculo del porcentaje de humedad(Bw_o:), fueron los siguientes:

Volumen inicial en el medidor de gas seco: $753,93_{Pie^3}$

Volumen final en el medidor de gas seco: $793,93_{Pie^3}$

Volumen muestreado (Vm): 40_{Pie^3}

Caída de presión en el medidor de orificio ($\Delta\overline{H}$): $4"H_{20}$

Temperatura promedio en el medidor de gas seco ($\bar{T}_m$): 654,2 °R

Coeficiente de calibración del medidor de gas seco (y): 0,99

Volumen de agua condensada (V_{ic}): 55,9cc

Presión barométrica (P_b) : 26,99 " Hg

$$V_{m_{std}} = V_m \left(17.71 \frac{°R}{"Hg}\right) \left(\frac{P_b + \frac{\bar{\Delta H}}{13.6}}{\bar{T}_m}\right) \qquad (I)$$

$$V_{w_{std}} = 0.0474 \cdot V_{ic} \qquad (II)$$

$$\% B_{w_o} = \frac{V_{w_{std}}}{V_{m_{std}} + V_{w_{std}}} \cdot 100 \qquad (III)$$

Con estos cálculos se obtuvo un valor de 8,3% de humedad.

D. Cálculo del peso molecular:

El peso molecular de la corriente gaseosa (Ms) se determinó mediante dos análisis ORSAT y tomando el valor promedio. Se utilizaron las siguientes ecuaciones para calcular el peso molecular en base húmeda

$$M_D = \% (O_2 (Mco_2) + \% {}^{O}2 (MO_2) + \% CO (MCO) + \% {}^{N}2 (MN_2) \quad (IV)$$

$$M_s = M_D (1 - BWo) + 18 BW_o \quad (V)$$

Con estas ecuaciones el peso molecular reportado fué $\frac{29.03 \text{ lb}}{\text{lb -mol}}$

Tanto la determinación del porcentaje de humedad como la del peso molecular se realizó el día 19-11-81 y en vista de que las condiciones de operación en el horno Nº 4 no variaron significativamente durante los días 20 y 21 con respecto al 19, se tomaron los valores, anteriormente presentados como datos preliminares para el muestreo.

E. Medición del rango de presiones (ΔP) y determinación del diámetro de boquilla (Dn):

La escogencia del tamaño de boquilla a utilizar en el muestreo (Dn), se hizo mediante la regla de cálculo isocinético, obtenien - do previamente el promedio del rango de presiones ($\overline{\Delta P}$), medido con un tubo de pitot tipo "S" Estos valores pueden observarse en las pá ginas ( ) para cada día de muestreo respectivamente. Con este- valor y otros datos tales como; temperatura de chimenea (Ts), coefi ciente del pitot (Cp), temperatura del medidor de gas seco (Tm), pre sión el medidor de gas seco (Pm), presión en la chimenea (Ps) y % de humedad (%Bwo) se calculó el diámetro de boquilla recomendado - (Dr) dando un valor de 0,43" para ambos días. El valor usado Dn fué el de 0,5"

F: Cálculo del factor isocinético K:

Con los datos de Tm, Ts, Cp, Ps, %Bwo, Dn y el factor (ΔHa) del me didor de orificio, se determinó el valor de K para cada día de mues treo mediante la regla de cálculo isocinético, obteniéndose los si guientes valores:

día	Valor de K
20-11-81	28
21-11-81	29

G. Muestreo:

Una vez alineado el factor K, en la regla de cálculo isocinético, se comenzó el muestreo. El tiempo de muestreo en cada punto transver - sal fue de cinco (5) minutos, obteniéndose un total de 60 minutos - de muestreo (30 minutos para cada transversal)

H. Final de la prueba:

Una vez concluida la prueba se llevaron al laboratorio las cajas de muestreo con la finalidad de medir la cantidad de agua condensada en

los cuatros burbujeadores y así poder determinar el porcentaje de humedad de los gases para cada muestreo.

Puede observarse que el %Bwo determinado el día 19-11-81 como dato preliminar, tiene un valor similar a los calculados los días 20 y 21.

día de muestreo	%Bwo (Preliminar)	% Bwo (Muestreo)
20-11-81	8,3	9,07
21-11-81	8,3	9,07

J. Cálculo del porcentaje de isocinétismo:

El cálculo del isocinético se realiza para evaluar la confiabilidad de los resultados obtenidos mediante una prueba de chimenea. Un porcentaje de isocinétismo que esté dentro de un rango (90-110%) indica un alto grado de credibilidad en los resultados obtenidos. La determinación de este valor se presenta en la sección de cálculos obteniéndose los siguientes valores.

día de muestreo	% de isocinetismo (% I)
20-11-81	91,66
21-11-81	95,14

Puede observarse el % I dio dentro del rango de confiabilidad, lo cual indica que los valores de la rata de emisión de partículas (ETP) calculada para cada día de muestreo son representativos.

K. Limpieza y análisis:

Los lavados con acetona de los distintos componentes del tren de muestreo tales como: ciclón, matraz y portafiltro, se realizaron en el Laboratorio Ambiental de la Dirección de Investigación del Ambiente (D.I.A.), excepto el lavado de la sonda que se efectuó en el sitio de muestreo.

La determinación del peso de partículas recuperados (Mn) se realizó - usando el método gravimétrico, tanto en el filtro como en los lavados con acetona. Con los valores de M_n se calculó la rata de emisión de partículas para cada día de muestreo en particular, obteniéndose los siguientes resultados:

día de muestreo	Peso de partículas recuperadas(Mn)mg	ETP ($^{Kg}/_{hora}$)
20-11-81	78	6,53
21-11-81	104,6	8,43

REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCION DE PLATAFORMAS PARA LLEVAR A CABO UN MUESTREO DE CHIMENEAS EN C.A. FABRICA DE CEMENTOS.-

Es necesario la construcción de una plataforma en cada una de las chimeneas a muestrear con las siguientes especificaciones:

Dimensiones según se muestran en la figura Nº 1, donde se observa que la plataforma es circular con cuatro salientes alineados con las tomas de muestra como se señala.

La plataforma debe ser de acero y resistir un peso de 600 Kgs. deben poseer baranda de seguridad de una altura de 1 metro según la figura Nº 2. Se debe disponer de una escalera de seguridad para el acceso a la plataforma y una polea elevadora para subir 70 Kgs. en equipos

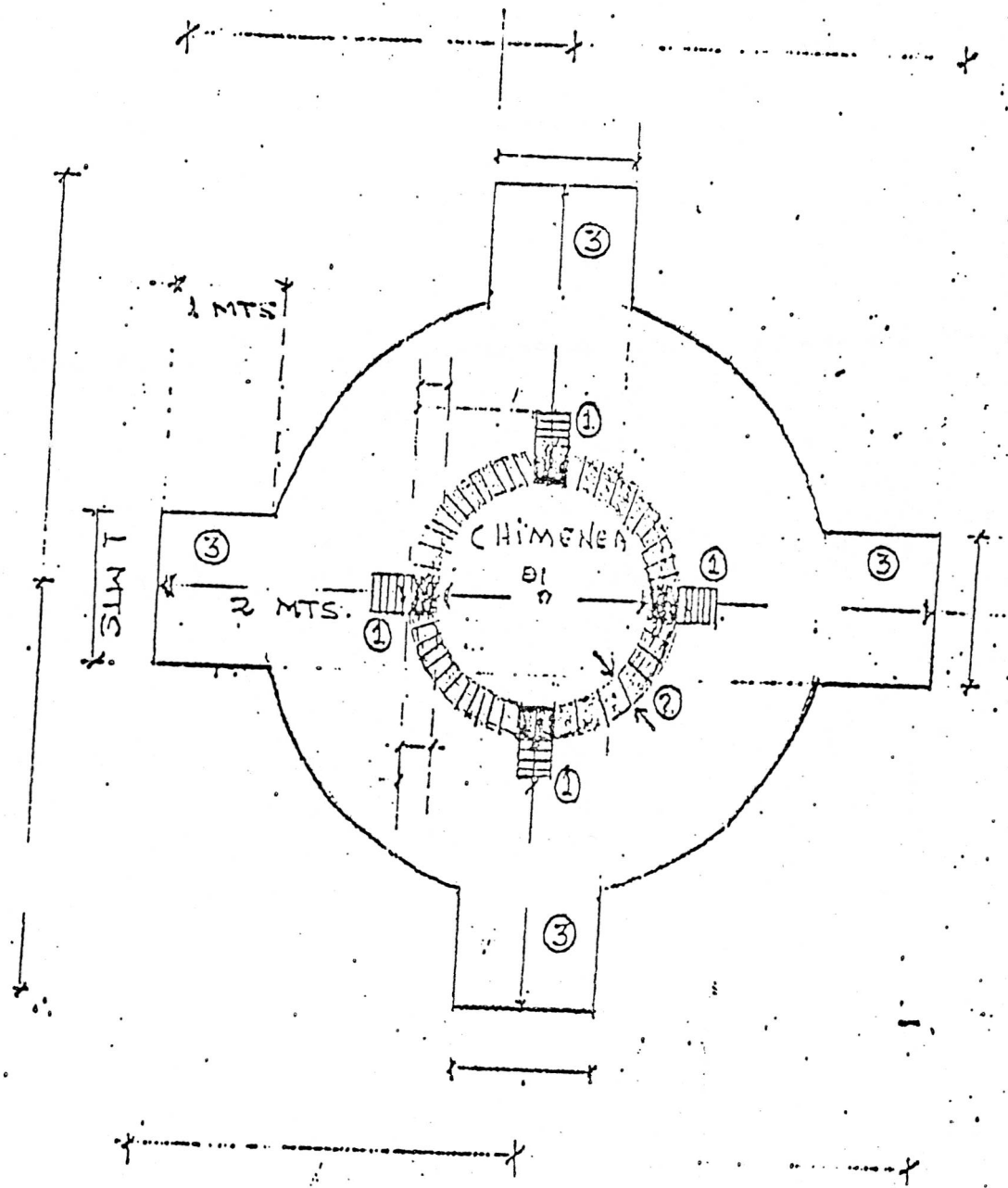
Igualmente se requiere de una toma de corriente alterna de 110. Voltios, un gancho de soporte por cada toma de muestra acoplado a la chimenea a una altura de 1,5 metros de la toma de muestra como se indica en la figura Nº 2.

El piso de la plataforma debe ir colocado a 1,5 metros por debajo de la toma de muestra.

Las tomas de muestra deben estar dotadas de un tubo saliente roscado (Niple) de 10,16cm (4 pulg) de longitud, 10,16 cm (4 pulg) de diámetro nominal y que permita acoplar la tapa correspondiente.

El tubo saliente debe estar colocado a ras de la superficie interior de la chimenea (ver figura3) procurando no originar perturbaciones al flujo de la misma.

VISTA DE PLANTA DE LA PLATAFORMA.



LEYENDA:

(1) TOMAS DE MUESTRA

(2) ESPESOR DE LA CHIMENEA

(3) SALIENTE DE LA PLATA - FORMA.

FIGURA Nº 1

VISTA DE PERFIL DE LA PLATAFORMA

LEYENDA:

(1) PLATAFORMA
(2) ESCALERA DE ACCESO
(3) CHIMENEA
(4) BARANDA DE SEGURIDAD
(5) TOMA DE MUESTRA
(6) SONDA
(7) CAJA DE MUESTREO
(8) RIEL
(9) GUAYA
(10) GANCHO DE SOPORTE

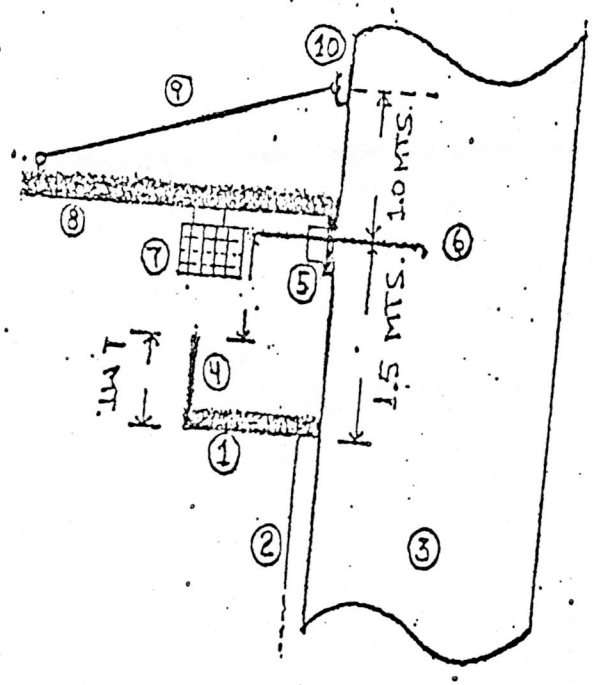


FIGURA Nº 2

UBICACION DE LAS TOMAS DE MUESTRA

CHIMENEA DEL HORNO 1.

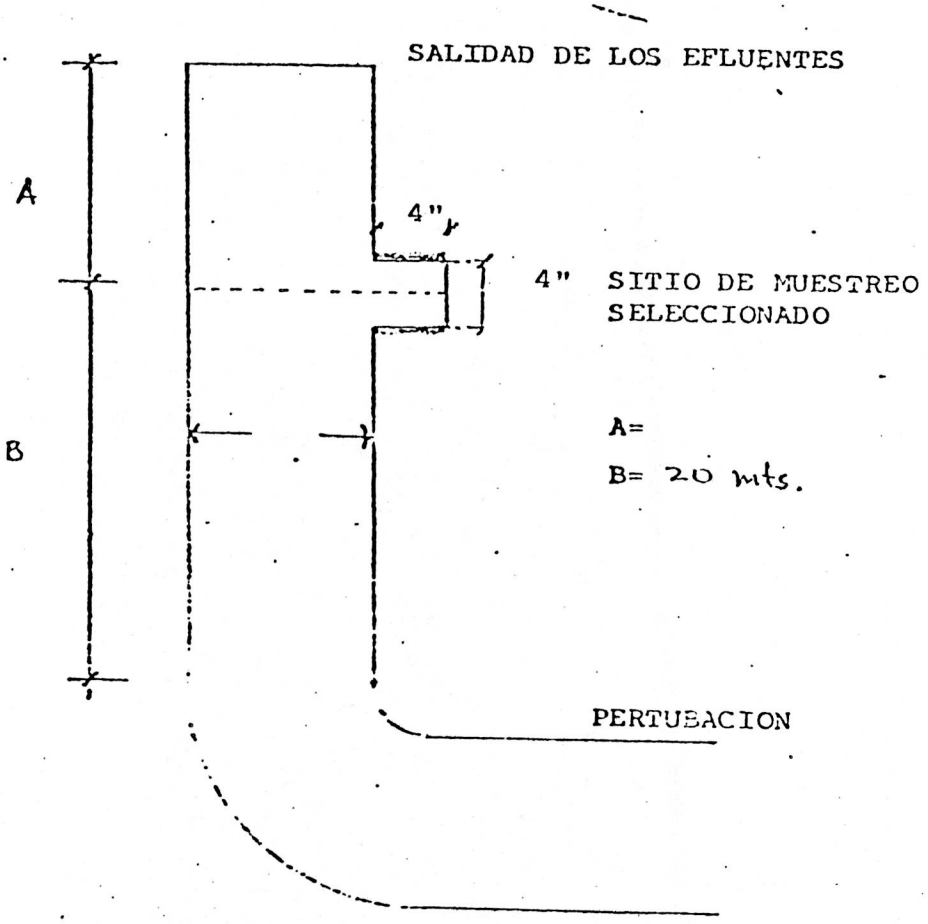


FIGURA Nº 3

UBICACION DE LAS TOMAS DE MUESTRA

CHIMENEA DEL HORNO 2

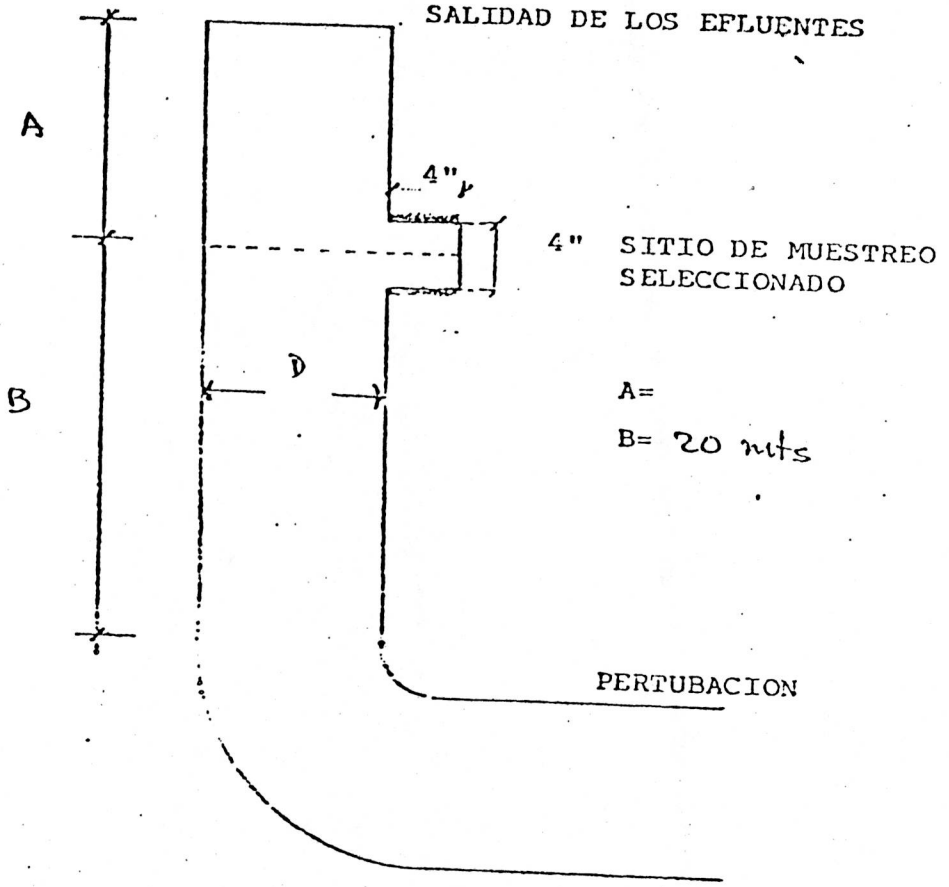


FIGURA Nº 3

UBICACION DE LAS TOMAS DE MUESTRA

CHIMENEA DEL HORNO 3

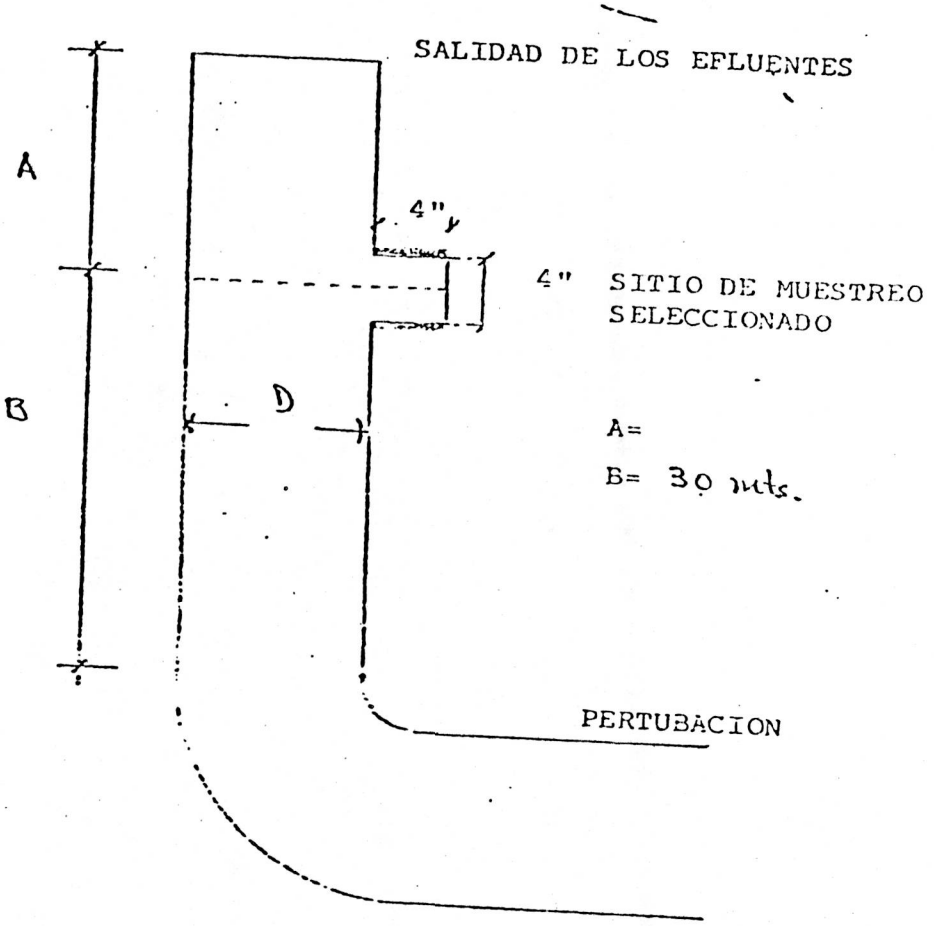


FIGURA Nº 3

UBICACION DE LAS TOMAS DE MUESTRA

CHIMENEA DEL HORNO 4

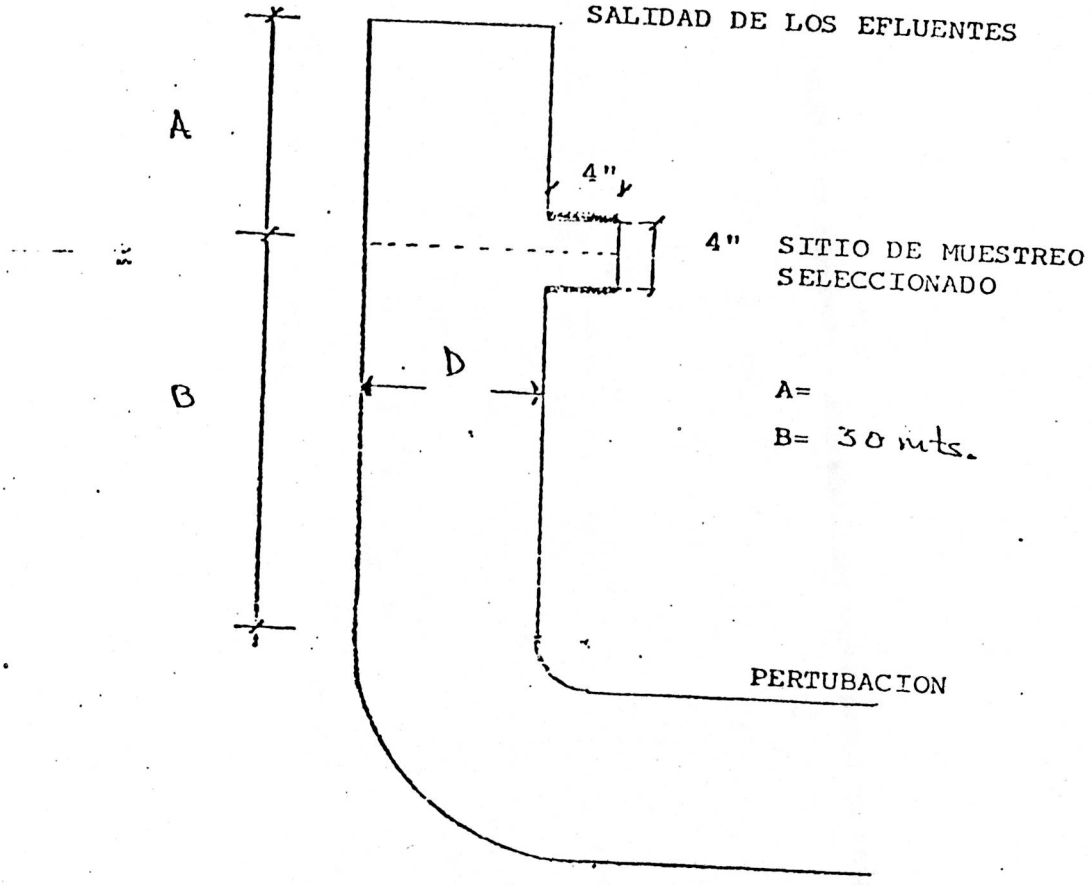


FIGURA Nº 3

SELECCION DEL NUMERO DE PUNTOS TRANSVERSALES

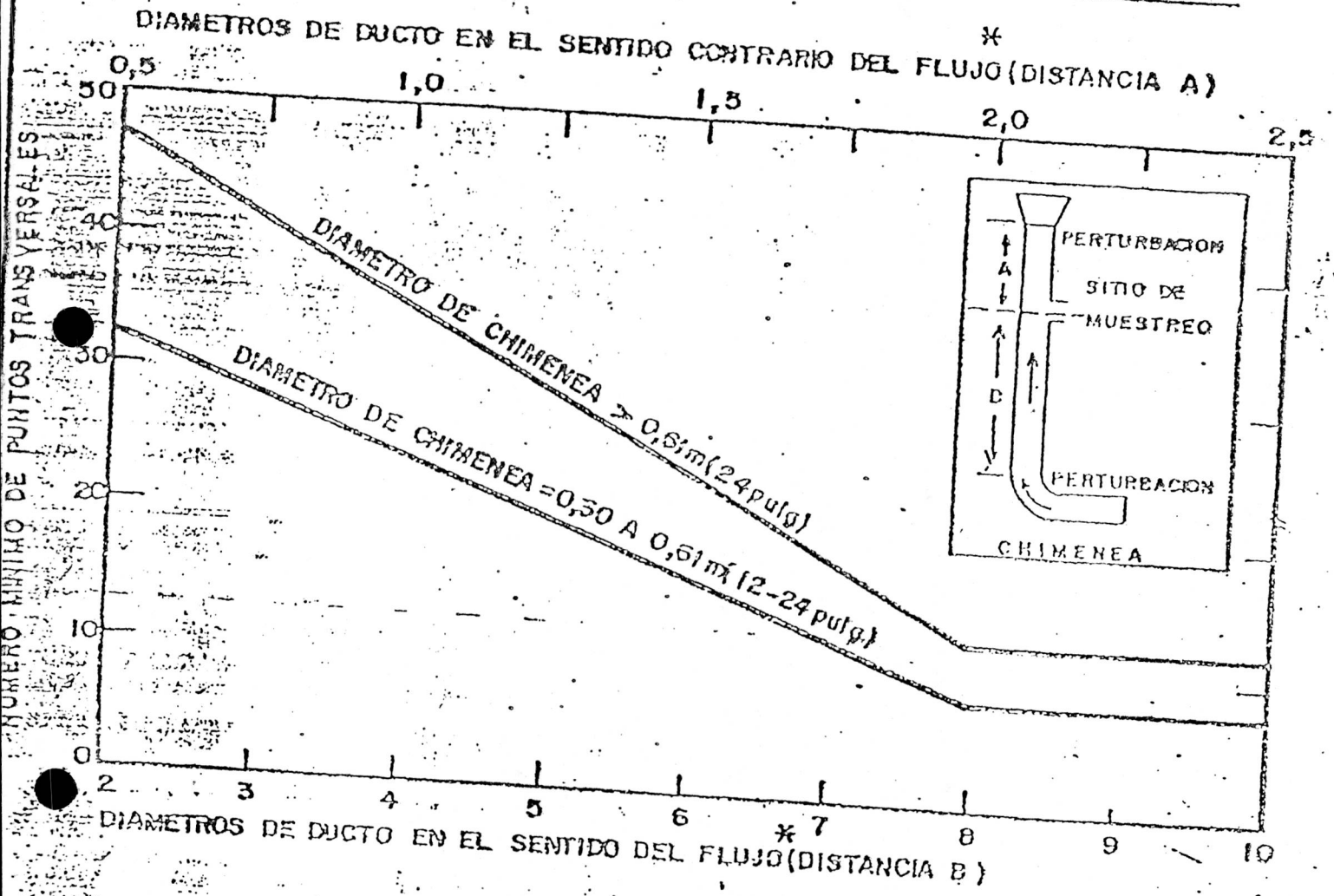
FUENTE: CHIMENEAS DE CEMENTOS LA NEGRA

FECHA: 19-11-81

DIAMETRO DE CHIMENEA: ≥ 2.0 mts

DISTANCIA A :

DISTANCIA B : ≥ 20 mts



*MEDIDOS DESDE CUALQUIER TIPO DE PERTURBACION (CODO, EXPANSION, CONTRACCION)

FIG. 1

NUMERO MINIMO DE PUNTOS TRANSVERSALES PARA EL MUESTREO DE PARTICULAS

Traverse point number on a diameter	Number of traverse points on a diameter											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1	14.6	6.7	4.4	3.3	2.5	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	1.1
2	85.4	25.0	14.7	10.5	8.2	6.7	5.7	4.9	4.4	3.9	3.5	3.2
3		75.0	29.5	19.4	14.6	11.8	9.9	8.5	7.5	6.7	6.0	5.5
4		93.3	70.5	32.3	22.6	17.7	14.6	12.5	10.9	9.7	8.7	7.9
5			85.3	67.7	34.2	25.0	20.1	16.9	14.6	12.9	11.6	10.5
6			95.6	80.6	65.8	35.5	26.9	22.0	18.8	16.5	14.6	13.2
7				89.5	77.4	64.5	36.6	28.3	23.6	20.4	18.0	16.1
8				96.7	85.4	75.0	63.4	37.5	29.6	25.0	21.8	19.4
9					91.8	82.3	73.1	62.5	38.2	30.6	26.1	23.0
10					97.5	88.2	79.9	71.7	61.8	38.8	31.5	27.2
11						93.3	85.4	78.0	70.4	61.2	39.3	32.3
12						97.9	90.1	83.1	76.4	69.4	60.7	39.8
13							94.3	87.5	81.2	75.0	68.5	60.2
14							98.2	91.5	85.4	79.6	73.9	67.7
15								95.1	89.1	83.5	78.2	72.8
16								98.4	92.5	87.1	82.0	77.0
17									95.6	90.3	85.4	80.6
18									98.6	93.3	88.4	83.9
19										95.1	91.3	86.8
20										98.7	94.0	89.5
21											96.5	92.1
22											98.9	94.5
23												96.8
24												98.9

(Percent of stack diameter from inside wall to traverse point)

DATOS DE CAMPO (PRELIMINARES)

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD - METODO CONDENSACION - ADSORCION

FUENTE: CHIMENEA DEL HORNO 4
CORRIDA: PRELIMINAR
FECHA : 19-11-81

FLUJO INICIAL = 755.93 pie^3
FLUJO FINAL = 793.93 pie^3
GAS MUESTREADO = 40 pie^3
TEMPERATURA PROMEDIO DEL MEDIDOR (T_m) = 654.2 °R
CAIDA DE PRESION EN EL ORIFICIO (ΔH) : 4 "H_2O
PRESION BAROMETRICA (P_b) : 26.99 "Hg
COEFICIENTE DE CALIBRACION DEL MEDIDOR (γ) : 0.99

NOTA: SE UTILIZO EL EQUIPO DE MUESTREO PARA REALIZAR EL CALCULO DE LA HUMEDAD.

DATOS DE CAMPO (PRELIMINARES)

CALCULO DE LA HUMEDAD

FUENTE: CHIMENEA DEL HORNO 4
CORRIDA: PRELIMINAR
FECHA : 19-11-81

AGUA DE LOS BURBUJEADORES

	1	2	3	4
INICIAL (gr.)	575.8	588.0	494.8	852.0
FINAL (gr.)	596.7	610.7	503.8	855.3
GANANCIA (gr.)	20.9	22.7	9.0	3.30

GANANCIA TOTAL : 55.9 gr.

$\therefore V_{lc} = 55.9$ cc.

$V_{wstd} = 0.0474 \times 55.9 = 2.65$ pie^3

CALCULO DEL VOLUMEN DE AIRE SECO MUESTREADO A CONDICIONES NORMALES (V_{Mstd}) :

$$V_{Mstd} = 17.71 : 40. \left(\frac{26.99 + \frac{4}{13.6}}{654.2} \right) \times 0.99 = 29.25 \text{ pie}^3$$

CALCULO DE LA HUMEDAD, B_{wo} :

$$B_{wc} = \frac{2.65}{29.25 + 2.65} = 0.083$$

$\% B_{wo} = 8.3\ \%$

DATOS DE CAMPO (PRELIMINARES)

CALCULO DEL PESO MOLECULAR DE LOS GASES DE CHIMENEA (ANALISIS ORSAT).

FUENTE: CHIMENEA DEL HORNO 4
CORRIDA: PRELIMINAR
FECHA: 19-11-81

GAS	1er ANALISIS ORSAT	2do ANALISIS ORSAT
% CO_2	8.0	9.4
% O_2	13.8	13.0
% CO	0.4	0.4
% N_2	78.2	77.6

PESO MOLECULAR : Md (BASE SECA)

1er ANALISIS ORSAT:

$$M_{d_1} = 0.08 \times M_{CO_2} + 0.138 M_{O_2} + 0.004 M_{CO} + 0.782 M_{N_2}$$

$$M_{d_1} = 0.08 \cdot 44 + 0.138 \cdot 32 + 0.004 \cdot 28 + 0.782 \cdot 28$$

$$M_{d_1} = 29.94 \text{ lbs/lb-mol}$$

2do ANALISIS ORSAT:

$$M_{d_2} = 0.094 \cdot 44 + 0.13 \cdot 32 + 0.004 \cdot 28 + 0.776 \cdot 28$$

$$M_{d_2} = 30.13$$

$$\overline{M}_d = \frac{M_{d_1} + M_{d_2}}{2}$$

$$\overline{M}_d = \frac{29.94 + 30.13}{2} = 30.03 \text{ lb/lb-mol}$$

LOCALIZACION DE LOS PUNTOS TRANSVERSALES
CORRIDA Nº 2

FUENTE: CHIMENEA DEL HORNO 4 *CEMENTOS LA VEGA*

FECHA: 21/11/61

DIAMETRO DE CHIMENEA: 3.52 Mts. (interno)

ESPESOR DE LA CHIMENEA: 14.50 Cms.

ESPESOR DEL NIPLE: 32 Cms.
+
DIAMETRO

PUNTO	PN (Cms)	MARCAS DE LA SONDA
1	15.49	47.49
2	51.74	83.74
3	103.84	135.84
4	248.16	230.76
5	320.26	332.26
6	336.51	368.51
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		

PRIMERA MITAD

$$P_N = \left[0{,}5 - 0{,}5\sqrt{1 - \frac{2n-1}{N}} \right] \varnothing$$

SEGUNDA MITAD

$$P_N = \left[0{,}5 + 0{,}5\sqrt{\frac{2n-1}{N} - 1} \right] \varnothing$$

N = NUMERO TOTAL DE PUNTOS TRANSVERSALES

N = NUMERO DEL PUNTO

$\varnothing$ = DIAMETRO DE CHIMENEA, cm.

P_N = UBICACION DEL PUNTO, cm.

DATOS DE CAMPO (PRELIMINARES)

FUENTE CEMENTO EL VEGA

TEMP. DE BULBO SECO (DB) 31.5°C

TEMP. AMBIENTE 26°C = 78.8°F

TEMP. DE BULBO HUMEDO (WB) —

PRESION BAROMETRICA 27,05 "Hg

Cp DEL PITOT 0.85

PRESION ESTATICA $27.05 - \frac{0,4}{13.6} = 27,02$ "Hg

PORCENTAJE DE HUMEDAD 8.31 %

DIAMETRO DE CHIMENEA 3.81 mts.

OPERADORES TRANSVERSAL B

PUNTO DE MUESTREO #	PUNTO DE MUESTREO Cms.	ΔP_N plg H_2O	$\sqrt{\Delta P_N}$	TEMP. DE CHIMENEA	PUNTO DE MUESTREO #	PUNTO DE MUESTREO Cms.	ΔP_N plg H_2O	$\sqrt{\Delta P_N}$	TEMP. DE CHIMENEA
1	47.42	0,1	0.32		31				
2	83.74	0,1	0.32		32				
3	135.8	0,09	0.30		33				
4	280.1	0,1	0.32		34				
5	332.3	0,09	0.30		35				
6	368.5	0,07	0.26		36				
7					37				
8					38				
9					39				
10					40				
11					41				
12					42				
13					43				
14					44				
15					45				
16					46				
17					47				
18					48				
19					49				
20					50				
21					51				
22					52				
23					53				
24					54				
25					55				
26					56				
27					57				
28					58				
29					59				
30					60				

$\sqrt{(\Delta P)_B} =$

$\overline{\Delta P} = 0,09$ plg H_2O

SELECCION DEL DIAMETRO DE LA BOQUILLA

P_s/P_m =

$\Delta H_a = 1.65$

$T_s = 315°C = 599°F$

$P_s = -0.4/13.6 + 27.05 \text{ "Hg} = 27,02 \text{ "Hg}$

$T_m = 26°C = 78.80°F + 10°F = 88.80°F$ (ASUMIDA)

$(\Delta P_{prom})_{A,B} = 0,09$

$Bw_o = 8.31\%$ (SE ASUMIO LA HUMEDAD CALCULADA PARA LA CORRIDA 7)

P_m = $P_{BAROMETRICA}$ = 27,05 (ASUMIDA)

DIAMETRO DE LA BOQUILLA RECOMENDADA (Plg) Dr = 0.43

DIAMETRO DE LA BOQUILLA ESCOGIDA (Plg) Dn = 0,5" = 1/2"

PARA EL CALCULO DEL FACTOR K DE ISOCINETISMO SE UTILIZO LA REGLA

K = 29

FUENTE Chimenea del Horno 4

FECHA 21-11-81

DIAMETRO DE CHIMENEA 3.52 Cms

PRESION EN LA CHIMENEA 27.02 "Hg

PBARO 27.05 "Hg

DIAMETRO DE LA BOQUILLA 0.5 "

COE. DEL MEDIDOR 0.99

ΔH@ 1.65

FLUJO INICIAL 846.6 Pie

FLUJO FINAL 876.86 Pie

COE. DEL PITOT 0.85

TEMP. DE CHIMENEA 594°F

TRANSVERSAL B

PUNTO	TIEMPO	LECTURA DEL MEDIDOR DE GAS	ΔP	ΔH	VAC	TEMPERATURAS			
						MEDIDOR		CAJA NUESTREO	
						ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
1	5	876,86	0,10	2,9	10	114	92	245	50
2	5		0,11	3,19	11	108	90	240	60
3	5		0,13	3,77	10	96	90	230	60
4	5	846,60	0,09	2,6	8	88	82	240	60
5	5		0,09	2,6	8	98	84	240	60
6	5		0,06	1,7	6	102	86	250	60

$\overline{\sqrt{\Delta P}}$ 0,31

ΔH_{prom} 2,79

$T_{m\ prom}$ 94,1

Vm_3 = 30,266 P

$\left(\overline{\sqrt{\Delta P}}\right)_{GLOBAL}$

$(\Delta H_{prom})_{GLOBAL}$ =

$(T M_{prom})_{GLOBAL}$ =

FUENTE Chimenea del Horno 4 | PRESION EN LA CHIMENEA 27,07" Hg | COE. DEL MEDIDOR 0,99

FECHA 21 - 11 - 81 | PBARO 27,05" Hg | ΔH@ 1,65

DIAMETRO DE CHIMENEA 3,52 cm | DIAMETRO DE LA BOQUILLA 1/2" | FLUJO INICIAL 876,86 pie³ | FLUJO FINAL 905,83 | COE. DEL PITOT 0,85 | TEMP. DE CHIMENEA 594 °F

TRANSVERSAL A

PUNTO	TIEMPO	LECTURA DEL MEDIDOR DE GAS	ΔP	ΔH	VAC	TEMPERATURAS MEDIDOR ENTRADA	TEMPERATURAS MEDIDOR SALIDA	TEMPERATURAS CAJA NUESTREO ENTRADA	TEMPERATURAS CAJA NUESTREO SALIDA
1	5		0,08	2,3					
2	5		0,10	2,9					
3	5	876,86	0,09	2,61					
4	5		0,11	3,19					
5	5		0,11	3,19					
6	5	905,83	0,11	3,19					

$\sqrt{\Delta P}$ 0,32

ΔH_{prom} 2,91

$T_{m\ prom}$ 92,75

$Vm_A = 28,97$ pie³

$\left(\sqrt{\Delta P}\right)_{GLOBAL} = 0,315$

$(\Delta H_{prom})_{GLOBAL} = 2,85$

$(TM_{prom})_{GLOBAL} = 93,46$ °F

$Vm = 59,23$

CORRIDA 2J

RECUPERACION DE PARTICULAS

FUENTE: CEMENTOS LA VEGA -CHIMENEA DEL HORNO 4
CORRIDA: 2J
FECHA : 20-11-81

AGUA DE LOS BURBUJEADORES

	1	2	3	4
INICIAL (gr)	624,4	625,0	516,0	863,5
FINAL (gr)	692,2	647,8	519,0	877,5
GANANCIA (gr	67,8	22,8	3;0	14,0

GANANCIA TOTAL = 107,6 gr
V_{lc} = 107,6 cc

FILTRO

Nº DEL FILTRO _____

PESO INICIAL 0,2152 gr FECHA _____

PESO FINAL 0,2607 gr FECHA _____

Peso de particula en el filtro = 0,0455 gr

CASA D, CICLON D, FILTRO D

LAVADOS CON ACETONA

Nº DEL RECIPIENTE	PESO INICIAL (grs)	PESO FINAL (grs)	VOLUMEN DE LAVADO (ml)
1	94,9769	94,9850	200
23	94,3954	94,4393	75
25	96,2432	96,2520	200
30	94,52,95	94,5388	200
33	95,4652	95,4692	75

BLANCO DE ACETONA

Nº DEL RECIPIENTE	PESO INICIAL	PESO FINAL	VOLUMEN DEL BLANCO
BLANCO			

UENTE :

ORRIDA :

ECHA :

RECUPERACION DE PARTICULAS

1) PARTICULAS RECOGIDAS

PARTICULAS DE FILTRO = (PESO FINAL − PESO INICIAL) FILTRO 0,0455 gr

$$\text{BLANCO DE ACETONA} = \frac{(\text{PESO FINAL} - \text{PESO INICIAL})\,\text{RECIPIENTE DEL BLANC}}{\text{VOLUMEN DEL BLANCO}}$$

BLANCO = 0,00002 gr/ml

$$\text{LAVADOS DE ACETONA} \sum_{i=1}^{n} \left[(\text{PESO FINAL} - \text{PESO INICIAL}) - (\text{VOLUMEN DE LAVADO})i \times \text{BLANCO} \right]$$
RECIPIENTE i

LAVADOS = (0,0081 + 0,0439 + 0,0088 + 0,0093 + 0,0040) − (200 + 75 + 200 + 200 + 75) 0,0000

LAVADOS = 0,07741 − 0,0150

LAVADOS = 0,0591 gr

PARTICULAS TOTALES = PARTICULAS DEL FILTRO + LAVADOS DE ACETONA

PARTICULAS TOTALES = 0,0455 + 0,0591 gr

PARTICULAS TOTALES = 0.1046 gr = 104,6 mg

Hg) empleando la ecuación 5-1.

$$Vm_{std} = V_m \left(\frac{T_{std}}{T_m}\right) \left(\frac{P_{bar} + \frac{\Delta H}{13.6}}{P_{std}}\right) =$$

$$\left(17.71 \frac{^oR}{in.\ Hg}\right) V_m \left(\frac{P_{bar} + \frac{\Delta H}{13.6}}{Tm}\right) \cdot Y$$

Ecuación 5-1

donde:

Vm_{std} = Volúmen de gas muestreado por el medidor de gas seco(Condiciones estander), en ft^3.

V_m = Volúmen de gas muestreado en el medidor de gas seco(Condiciones del medidor), en ft^3.

T_{std} = Temp. absoluta a condiciones estándar, 530^oR

T_m = Temp. promedio del medidor de gas seco, ^oR

P_{bar} = Presión barométrica, pulg. de Hg.

H = Caída de presión promedio a traves del medior de orificio, pulg. de H_2O

13.6 = Gravedad específica del Hg.

P_{std} = Presión Absoluta a condiciones estandard, 29,92 pulg. de Hg.

$$Vm_{std} = 17,71 \cdot 59,23 \cdot \frac{\left(27,05 + \frac{2,85}{13,6}\right)}{553,46} \cdot 0,99 = 51,15\ ac^3$$

$$V_{w_{std}} = V_{l_c}\left(\frac{pH_2O}{M_{H_2O}}\right)\left(\frac{RT_{std}}{P_{std}}\right) =$$

$$\left(0.0474 \frac{\text{cu. ft.}}{\text{ml.}}\right) V_{l_c}$$

Ecuación 5-2

Donde:

$V_{w_{std}}$ = Volúmen de vapor de agua en la muestra(Condiciones estandard), en ft^3.

V_{l_c} = Volúmen total de líquido colectado en los impingers y silica-gel (vea fig. 5-3), ml.

pH_2O = Densidad del agua, 1gr/cc.

M_{H_2O} = Peso molecular del agua, 18 Lb/Lb-mol

R = Constante de los gases ideales, 21.83 pulg. de Hg-ft^3/Lb-mol-^oR.

T_{std} = Temperatura absoluta a condiciones estandard, 530^oR.

P_{std} = Presión absoluta a condiciones estándard. 29.92 pulg de Hg.

$V_{w_{std}} = 0,0474 \cdot 107,6 = 5,10 \text{ pie}^3$

6.4 Contenido de humedad

$$B_{wo} = \frac{V_{w_{std}}}{V_{m_{std}} + V_{w_{std}}}$$

Ecuación 5-3

Donde:

B_{wo} = Proporción por volúmen de vapor de agua en la corriente gaseosa, adimensional.

$V_{w_{std}}$ = Volúmen de agua en la corriente gaseosa (Condiciones estandard), - ft^3.

$V_{m_{std}}$ = Volúmen de gas muestreado a través del medidor de gas seco (Condiciones estándard), en ft^3.

6.5 Peso total de partículas. Determine el total de particulados captados a partir de la suma de los pesos que se muestran en el análisis de datos (Fig. 5-3).

$$Bw_o = \frac{5,10}{51,15 + 5,10} = 0,0907$$

$$\%Bw_o = 9,07\%$$

6.6.2 Concentración en lb/.cu.ft.

$$c_s = \frac{\left(\frac{1}{453,600}\ \frac{lb.}{mg}\right) M_n}{V_{m_{std}}} = 2.205 \times 10^{-6} \frac{M_n}{V_{m_{std}}} \quad /$$

Ecuación 5-5

Donde

c_s = Concentración de material particulado en el gas de chimenea en lb./SC.F; en base seca.

453,600 = Mg/lb.

M_n = Cantidad total de material particulado colectado, Mg

$V_{m_{std}}$ = Volúmen de gas muestreado a través del medidor de gas seco— (condiciones standard), FT^3

$$Cs = \frac{104,6\ mg}{51,15\ Pie^3} \cdot 2,205 \times 10^{-6}\ \frac{LB}{mg} = 4,5091 \times 10^{-6}\ \frac{LB}{Pie^3}$$

PESO MOLECULAR EN BASE HUMEDA

$$Ms = Md(1-BW_o) + BW_o \cdot 18$$

DONDE:

Ms = PESO MOLECULAR EN BASE HUMEDA $\frac{LB}{LBmol}$

Md = PESO MOLECULAR EN BASE SECA $\frac{LB}{LBmol}$

BW_o = FRACION DE HUMEDAD RELATIVA (ADM)

$$Ms = 30,03\ (1 - 0,0907) + 0,0907 \cdot 18 = 28,94\ \frac{LB}{LBmol}$$

VELOCIDAD PROMEDIO EN LA CHIMENEA

$$\overline{Vs} = 85,48 \cdot \overline{\sqrt{AP}} \sqrt{\frac{T_s}{Ps \cdot Ms}} \cdot C_p$$

DONDE

$\overline{Vs}$ = VELOCIDAD PROMEDIO EN LA CHIMENEA (Pie/seg)

AP = CAIDA DE PRESION DEL TUBO DE PITOT (Pulg H_2O)

T_s = TEMPERATURA ABSOLUTA DE LA CHIMENEA (^oR)

Ps = PRESION ABSOLUTA EN LA CHIMENEA (Pulg Hg)

Ms = PESO MOLECULAR DE LA GASES DE CHIMENEA EN BASE HUMEDA ($LB/_{LBmol}$)

CP = COEFICIENTE DEL TUBO PITOT (ADIMENSIONAL)

85,48 = FACTOR $\left(\frac{Pie}{Seg} \cdot \frac{LB.\ Pulg\ Hg}{LBmol.oR.Pulg\ H_2O}\right)$

$$\overline{Vs} = 85,48 \cdot 0,315 \cdot \sqrt{\frac{1059}{27,02 \cdot 28,94}} \cdot 0,85 = 26,63 \ \frac{Pie}{seg}$$

RATA DE FLUJO VOLUMETRICO EN LA CHIMENEA A CONDICIONES STANDARD ($530^{o}R$ y 29,92 Pulg Hg), EN BASE SECA.

$$Qs = 3600\ (1-BWo) \cdot \overline{Vs}\ As\ \frac{Tstd}{Pstd}\ \frac{Ps}{Ts}$$

$$Qs = 63770,05 \cdot (1-BW_o)\ \overline{Vs}\ As\ \frac{Ps}{Ts}$$

Donde

Qs= RATA DE FLUJO VOLUMETRICO A CONDICIONES STANDARD, EN BASE SECA ($Pie^3/_{Hora}$)

$\overline{Vs}$= VELOCIDAD PROMEDIO DE LOS GASES EN LA CHIMENEA ($Pie/_{seg}$)

BWo=FRACCION DE HUMEDAD RELATIVA (ADIMENSIONAL)

A_s= AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA CHIMENEA (Pie^2)

Ps= PRESION ABSOLUTA EN LA CHIMENEA (Pulg Hg)

Ts= TEMPERATURA ABSOLUTA EN LA CHIMENEA (^{o}R)

$$63770,05 = \left(\frac{Seg \cdot {}^{o}R}{Hora \cdot Pulg\ Hg}\right)$$

$$Qs = 63770,05\ (1 - 0,0907) \cdot 26,63 \cdot 104,75 \cdot \frac{27,02}{1059} =$$

$$Qs = 4.127.038,60\ \frac{pie^3}{hora}$$

$$Qs = 116865,27\ \frac{m^3}{hora}$$

EMISION TOTAL DE PARTICULAS

$ETP = Cs \cdot Qs \cdot 0,453$

DONDE:

ETP = EMISION TOTAL DE PARTICULAS ($Kg/_{hora}$)

Cs= CONCENTRACION DE PARTICULAS a CONDICIONES STANDARD, EN BASE SECA ($LB/_{pie^3}$)

Qs= RATA DE FLUJO VOLUMETRICO a CONDICIONES STANDARD EN BASE SECA ($Pie^3/_{hora}$)

0,453 = FACTOR DE CONVERSION ($\frac{0,453\ Kg}{1\ LB}$)

$ETP = 4,5091 \times 10^{-6} \cdot 4.127038,60 \cdot 0,453 = 8,43\ kg/hora$

$$I = \frac{T_s \left[\frac{V_{l_c} (\rho H_2O) R}{M_{H_2O}} + \frac{V_m}{T_m} \left(P_{bar} + \frac{\Delta H}{13.6} \right) \right]}{\theta V_s P_s A_n} \times 100$$

$$= T_s \left(1.667 \frac{\text{min.}}{\text{sec.}} \right) \left[\left(0.00267 \frac{\text{in. Hg-cu.ft.}}{\text{ml.-}^\circ R} \right) V_{l_c} + \frac{V_m}{T_m} \left(P_{bar} + \frac{\Delta H}{13.6} \right) \right]$$
$$\theta V_s P_s A_n$$

I = Porcentaje de isocinétismo en el muestreo

V_{l_c} = Volúmen total del líquido colectado en impingers y silica-gel (vea Fig. 5-3), ml.

ρH_2O = Densidad del agua, 1gr/cc.

R = Constante de gases Ideales, 21.83 pulg. de Hg-cu.ft./lb.mole-$^\circ R$.

M_{H_2O} = Peso Molecular del agua, 18 Lb./Lb-mol

V_m = Volúmen del gas muestreado a traves del medidor de gas seco(Condiciones de medición). ft^3.

T_m = Temperatura absoluta promedio del medidor de gas seco(Vea Fig.5-2), $^\circ R$.

P_{bar} = Presión barómetrica en el sitio de muestreo, en pulg. de Hg.

ΔH = Caída de presión promedio a traves del orificio(Vea fig. 5-2), pulg. de H_2O.

T_s = Temperatura absoluta promedio de los gases de chimenea(Vea fig.5-2). $^\circ R$.

θ = Tiempo total de muestreo, min.

V_s = Velocidad de los gases de chimenea calculado por el método 2, ecuación 2-2, ft./sec.

P_s = Presión Absoluta de los gases de chimenea, pulg. de Hg.

A_n = Area de sección transversal de la boquilla, ft^2.

6.8 Resultados Aceptables. Los siguientes ranços fijan el límite sobre los resultados aceptables de muestreo isocinético:

Sí $90\% \leq I \leq 110$, los resultados son aceptables, de otra manera, revise los cálculos y repita el muestreo.

$$I = \frac{1059 \cdot 1,667 \left[(0,00267 \cdot 107,6 + \frac{59,23}{553,46} \left(27,05 + \frac{2,85}{13,6} \right) \cdot 0,99 \right.}{60 \cdot 26,63 \cdot 27,02 \cdot 13,64 \times 10^{-4}}$$

$$I = 95,19\ \%$$

LOCALIZACION DE LOS PUNTOS TRANSVERSALES

CORRIDA Nº 1

FUENTE: CHIMENEA DEL HORNO 4
CEMENTOS LA VEGA

FECHA: 20/11/81

DIAMETRO DE CHIMENEA: 3,52 mts

ESPESOR DE LA CHIMENEA: 14,50 cms

ESPESOR DEL NIPLE: 17,5 cm

ESPESOR (NIPLE + DIAMETRO) = 3,2 cm

PUNTO	PN (cm)	MARCAS DE LA SONDA
1	15,49	47,49
2	51,74	83,74
3	103,84	135,84
4	248,16	280,16
5	300,26	332,21
6	336,51	368,51
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		

PRIMERA MITAD

$$PN = \left[0,5 - 0,5\sqrt{1 - \frac{2n-1}{N}} \right] \phi$$

SEGUNDA MITAD

$$PN = \left[0,5 + 0,5\sqrt{\frac{2n-1}{N} - 1} \right] \phi$$

N = NUMERO TOTAL DE PUNTOS TRANSVERSALES

N = NUMERO DEL PUNTO

ϕ = DIAMETRO DE CHIMENEA, cm.

PN = UBICACION DEL PUNTO, cm.

OBSERVACION:
NO SE UTILIZARON ESTAS FORMULAS PARA MARCAR LA SONDA.

DATOS DE CAMPO (PRELIMINARES)

FUENTE Chimenea del Horno 4 TEMP. DE BULBO SECO (DB) —

TEMP. AMBIENTE 29 °C = 84,2 °F TEMP. DE BULBO HUMEDO (WB) —

PRESION BAROMETRICA 26,99 pulg Hg Cp DEL PITOT 0,85

PRESION ESTATICA $26,99 - \frac{0,4}{13,6} = 26,96$ "Hg PORCENTAJE DE HUMEDAD 8,31 %

DIAMETRO DE CHIMENEA 3,52 mts OPERADORES TRANSVERSAL B

PUNTO DE MUESTREO #	PUNTO DE MUESTREO Cms.	ΔP_N pig H_2O	$\sqrt{\Delta P_N}$	TEMP. DE CHIMENEA	PUNTO DE MUESTREO #	PUNTO DE MUESTREO Cms.	ΔP_N pig H_2O	$\sqrt{\Delta P_N}$	TEMP. DE CHIMENEA
1	47,40	0,09	0.30		31				
2	93,74	0,10	0.32		32				
3	135,8	0,10	0.32		33				
4	2180,16	0,10	0.32		34				
5	332,3	0,09	0.30		35				
6	368,5	0,07	0.26		36				
7					37				
8					38				
9					39				
10					40				
11					41				
12					42				
13					43				
14					44				
15					45				
16					46				
17					47				
18					48				
19					49				
20					50				
21					51				
22					52				
23					53				
24					54				
25					55				
26					56				
27					57				
28					58				
29					59				
30					60				

$\overline{\sqrt{(\Delta P)_B}} =$

$\overline{\Delta P} = 0,09$

SELECCION DEL DIAMETRO DE LA BOQUILLA

P_s/P_m =

ΔH_a = 1.65 "H_2O

T_s = 608 °F

P_s = 26.96 "Hg

$T_m = T_{amb.} + 10\,°F = 84.20 + 10\,°F = 94.20\,°F$ (ASUMIDA)

$(\Delta P_{prom})_{A,B}$ = 0.09 "H_2O

Bw_o = 8.31 %

$P_m = P_{BAROMETRICA}$ = 26.99 "Hg (ASUMIDA)

DIAMETRO DE LA BOQUILLA RECOMENDADA (Plg) D_r = 0,43 "

DIAMETRO DE LA BOQUILLA ESCOGIDA (Plg) D_n = 0,5 " = 1/2 "

FACTOR K:

SE DETERMINO MEDIANTE LA REGLA DE CALCULO ISOCINETICO.

K = 28

FUENTE CHIMENEA DEL HORNO 4

FECHA 20/11/81

DIAMETRO DE CHIMENEA 3,52 mt

PRESION EN LA CHIMENEA 26,96 "Hg

P BARO 26,99 "Hg

DIAMETRO DE LA BOQUILLA 1/2 "

COE. DEL MEDIDOR 0,99

ΔH@ 1,65 PULG H2O

FLUJO INICIAL 794,15 Pie3

FLUJO FINAL 818,64 Pie3

COE. DEL PITOT 0,85

TEMP. DE CHIMENEA 608 °F

TRANSVERSAL A

PUNTO	TIEMPO m.m	LECTURA DEL MEDIDOR DE GAS	ΔP "H2O	ΔH "H2O	VAC "Hg	TEMPERATURAS MEDIDOR ENTRADA	TEMPERATURAS MEDIDOR SALIDA	CAJA NUESTREO ENTRADA	CAJA NUESTREO SALIDA
1	5	818,64	0,06	1,7	6	100	82	250	60
2	5	↑	0.09	2,5	8	94	80	230	65
3	5	805,91	0.09	2,5	8	86	80	230	65
4	5	794,15	0.09	2,5	8	80	76	240	64
5	5	↓	0.06	1,7	6	90	76	240	64
6	5	805,91	0.06	1.7	6	92	80	240	64

$\overline{\sqrt{\Delta P}}$ 0,27

ΔH_{prom} 2,1

$T_{m\ prom}$ 84,67 °F

V_m = 24,49 Pie3

$\left(\overline{\sqrt{\Delta P}}\right)_{GLOBAL}$ =

$(\Delta H_{prom})_{GLOBAL}$ =

$(T_{M_{prom}})_{GLOBAL}$ =

FUENTE Chimenea Horno 4

FECHA 20-11-81

DIAMETRO DE CHIMENEA 3,52 mts

PRESION EN LA CHIMENEA 26,96 "Hg

PBARO 26,99 "Hg

DIAMETRO DE LA BOQUILLA 1/2 "

COE. DEL MEDIDOR 0,99

ΔH@ 1,65 "H2O

FLUJO INICIAL 818.44 pie3

FLUJO FINAL 845,40 pie3

COE. DEL PITOT 0.85

TEMP. DE CHIMENEA 603 °F

TRANSVERSAL B

PUNTO	TIEMPO	LECTURA DEL MEDIDOR DE GAS	ΔP	ΔH	VAC	TEMPERATURAS MEDIDOR ENTRADA	TEMPERATURAS MEDIDOR SALIDA	CAJA NUESTREO ENTRADA	CAJA NUESTREO SALIDA
1	5	832,92	0,09	2,5	8	98	82	250	52
2	5	↑	0,11	3,0	10	90	78	240	54
3	5	818,44	0,11	3,0	10	84	76	240	52
4	5	832,92	0,09	2,5	8	80	78	230	50
5	5	↓	0,09	2,5	8	88	76	240	50
6	5	845,90	0,06	1,7	6	92	78	240	50

$\sqrt{\Delta P}$ 0,30

ΔH_{prom} 2,53

$T_{m\ prom}$ 83,33

V_{m_B} = 27,26 Pie3

$\left(\sqrt{\Delta P}\right)_{GLOBAL}$ = 0,29 "H2O

$(\Delta H_{prom})_{GLOBAL}$ = 2,32 pulg Hg

$(T_{M_{prom}})_{GLOBAL}$ = 84,0 °F

V_m = 51,52 Pie3

RECUPERACION DE PARTICULAS

FUENTE: CEMENTO LA VEGA - CHIMENEA DEL HORNO 4
CORRIDA: 1
FECHA : 20-11-81

AGUA DE LOS BURBUJEADORES

	1	2	3	4
INICIAL (gr)	599,5	604,0	468,0	846,2
FINAL (gr)	662,2	571,5	498,8	880,2
GANANCIA(gr)	62,7	-32,5	30,8	34,0

GANANCIA TOTAL = 95 gr
VIC = 95CC

FILTRO

Nº DEL FILTRO _____

PESO INICIAL 0,222222 gr

FECHA 17-11-81

PESO FINAL 0,2526 gr

FECHA _____

PESO DE PARTICULAS EN EL FILTRO = 0,0304gr

LAVADOS CON ACETONA

Nº DEL RECIPIENTE	PESO INICIAL (grs)	PESO FINAL (grs)	VOLUMEN DE LAVADO (ml)
2	93,9443	93,9717	40
21	95,1010	95,1105	220
4	91,6152	91.6257	210
2	94,1930	94,2066	200

BLANCO DE ACETONA

Nº DEL RECIPIENTE	PESO INICIAL	PESO FINAL	VOLUMEN DEL BLANCO

FUENTE : CHIMENEA DEL HORNO 4 = CEMENTOS LA VEGA =

CORRIDA : Nº 1

FECHA : 20-11-81

RECUPERACION DE PARTICULAS

1) PARTICULAS RECOGIDAS :

PARTICULAS DE FILTRO = (PESO FINAL − PESO INICIAL) FILTRO

BLANCO DE ACETONA = $\frac{\text{(PESO FINAL − PESO INICIAL) RECIPIENTE DEL BLANCO}}{\text{VOLUMEN DEL BLANCO}}$

BLANCO = 0,00002 gr/ml

LAVADOS DE ACETONA $\sum_{i=1}^{n}$ [(PESO FINAL − PESO INICIAL) − (VOLUMEN DE LAVADO)i x BLANCO] RECIPIENTE i

LAVADOS = 0,0274 + 0,0095 + 0,0105 + 0,0136 − (40 + 220 + 210 + 200) ml . 0,00002 gr/ml

LAVADOS = 0,0610 gr − 0,0134 = 0,0476 gr

LAVADOS = 0,0476 gr

PARTICULAS TOTALES = PARTICULAS DEL FILTRO + LAVADOS DE ACETONA

PARTICULAS TOTALES = 0,03049 gr + 0,0476

PARTICULAS TOTALES = 0,07809 gr = 78 mg

el medidor de gas seco a condiciones estandar ($70^{o}F$, 29,92 o pulg de Hg) empleando la ecuación 5-1.

$$Vm_{std} = V_m \left(\frac{T_{std}}{T_m}\right) \left(\frac{P_{bar} + \frac{\Delta H}{13.6}}{P_{std}}\right) =$$

$$\left(17.71 \frac{^{o}R}{in.\ Hg}\right) V_m \left(\frac{P_{bar} + \frac{\Delta H}{13.6}}{Tm}\right)$$

Ecuación 5-1

donde:

Vm_{std} = Volúmen de gas muestreado por el medidor de gas seco(Condiciones estandar), en ft^3.

V_m = Volúmen de gas muestreado en el medidor de gas seco(Condiciones del medidor), en ft^3.

T_{std} = Temp. absoluta a condiciones estándar, $530^{o}R$

T_m = Temp. promedio del medidor de gas seco, ^{o}R

P_{bar} = Presión barométrica, pulg. de Hg.

H = Caída de presión promedio a traves del medior de orificio, pulg. de H_2O

13.6 = Gravedad específicá del Hg.

P_{std} = Presión Absoluta a condiciones estandard, 29,92 pulg. de Hg.

$$Vm_{std} = 17.71 \cdot 51.52 \cdot \frac{\left(26.99 + \frac{2.32}{13.6}\right)}{544} \times 0.99 = 45.1 \text{ pie}^3$$

$$Vm_{std} = 45.1 \text{ pie}^3$$

$$V_{w_{std}} = V_{l_c}\left(\frac{pH_2O}{M_{H_2O}}\cdot\frac{RT_{std}}{P_{std}}\right) =$$

$$= \left(0.0474\ \frac{\text{cu. ft.}}{\text{ml.}}\right)V_{l_c}$$

Ecuación 5-2

Donde:

$V_{w_{std}}$ = Volúmen de vapor de agua en la muestra(Condiciones estandard), en ft^3.

V_{l_c} = Volúmen total de líquido colectado en los impingers y silica-gel (vea fig. 5-3), ml.

pH_2O = Densidad del agua, 1gr/cc.

M_{H_2O} = Peso molecular del agua, 18 Lb/Lb-mol

R = Constante de los gases ideales, 21.83 pulg. de Hg-ft^3/Lb-mol-^oR.

T_{std} = Temperatura absoluta a condiciones estandard, 530^oR.

P_{std} = Presión absoluta a condiciones estándard, 29.92 pulg de Hg.

$$V_{w_{std}} = 0.0474 \times 95 = 4.5 \text{ pie}^3$$

$$V_{w_{std}} = 4.5 \text{ pie}^3$$

6.4 Contenido de humedad

$$B_{wo} = \frac{V_{w_{std}}}{V_{m_{std}} + V_{w_{std}}}$$

Ecuación 5-3

Donde:

B_{wo} = Proporción por volúmen de vapor de agua en la corriente gaseosa, adimensional.

$V_{w_{std}}$ = Volúmen de agua en la corriente gaseosa (Condiciones estandard), ft^3.

$V_{m_{std}}$ = Volúmen de gas muestreado a través del medidor de gas seco (Condiciones estándard), en ft^3.

6.5 Peso total de partículas. Determine el total de particulados captados a partir de la suma de los pesos que se muestran en el análisis de datos (Fig. 5-3).

$$B_{wo} = \frac{4.5}{45.1 + 4.5} = 0.0907$$

$$\% B_{wo} = 9.07\ \%$$

6.6.2 Concentración en lb/.cu.ft.

$$c_s = \frac{\left(\frac{1}{453,600}\ \frac{lb.}{mg}\right) M_n}{V_{m_{std}}} = 2.205 \times 10^{-6} \frac{M_n}{V_{m_{std}}} \quad /$$

Ecuación 5-5

Donde

c_s = Concentración de material particulado en el gas de chimenea en lb./SC.F; en base seca.

453,600 = Mg/lb.

M_n = Cantidad total de material particulado colectado, Mg

$V_{m_{std}}$ = Volúmen de gas muestreado a través del medidor de gas seco- (condiciones standard), FT^3

$$C_s = 2.205 \times 10^{-6}\ \frac{lbs.}{mg.} \times \frac{78\ mg}{45.1\ pie^3} = 3.8135 \times 10^{-6}\ \frac{lb}{Pie^3}$$

$$C_s = 3.8135 \times 10^{-6}\ \frac{lb}{pie^3} = 6.1086 \times 10^{-5}\ \frac{Kg}{m^3 N}$$

PESO MOLECULAR EN BASE HUMEDA

$$Ms = Md(1-BW_o) + BW_o \cdot 18$$

DONDE:

Ms = PESO MOLECULAR EN BASE HUMEDA $\frac{LB}{LBmol}$

Md = PESO MOLECULAR EN BASE SECA $\frac{LB}{LBmol}$

BW_o = FRACION DE HUMEDAD RELATIVA (ADM)

$$M_a = 30.03 \frac{lb}{lbmol}$$

$$M_s = 30.03\,(1-0.0907) + 0.0907 \cdot 18 = 28.94 \frac{lb_s}{lb\text{-}mol}$$

VELOCIDAD PROMEDIO EN LA CHIMENEA

$$\overline{Vs} = 85{,}48\ \overline{\sqrt{AP}}\sqrt{\frac{T_s}{Ps\ Ms}} \cdot C_p$$

DONDE

$\overline{Vs}$ = VELOCIDAD PROMEDIO EN LA CHIMENEA (Pie/seg)

AP = CAIDA DE PRESION DEL TUBO DE PITOT (Pulg H_2O)

T_s = TEMPERATURA ABSOLUTA DE LA CHIMENEA (^oR)

Ps = PRESION ABSOLUTA EN LA CHIMENEA (Pulg Hg)

Ms = PESO MOLECULAR DE LA GASES DE CHIMENEA EN BASE HUMEDA ($LB/_{LBmol}$)

CP = COEFICIENTE DEL TUBO PITOT (ADIMENSIONAL)

85,48 = FACTOR $\left(\frac{Pie}{Seg} \cdot \frac{LB.\ Pulg\ Hg}{LBmol.oR.Pulg\ H_2O}\right)$

$$\overline{V_s} = 85.48 \times 0.29 \times \sqrt{\frac{1068}{26.96 \times 28.94}} \times 0.85 = 24.65\ pie/seg.$$

RATA DE FLUJO VOLUMETRICO EN LA CHIMENEA A CONDICIONES STANDARD ($530^{o}R$ y 29,92 Pulg Hg), EN BASE SECA.

$$Qs = 3600\ (1-BWo)\ .\ \overline{Vs}\ As\ \frac{Tstd}{Pstd}\ \frac{Ps}{Ts}$$

$$Qs = 63770,05\ .\ (1-BW_{o})\ \overline{Vs}\ As\ \frac{Ps}{Ts}$$

Donde

Qs= RATA DE FLUJO VOLUMETRICO A CONDICIONES STANDARD, EN BASE SECA ($Pie^{3}/_{Hora}$)

$\overline{Vs}$= VELOCIDAD PROMEDIO DE LOS GASES EN LA CHIMENEA ($Pie/_{seg}$)

BWo=FRACCION DE HUMEDAD RELATIVA (ADIMENSIONAL)

A_{s}= AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA CHIMENEA (Pie^{2})

Ps= PRESION ABSOLUTA EN LA CHIMENEA (Pulg Hg)

Ts= TEMPERATURA ABSOLUTA EN LA CHIMENEA (^{o}R)

$$63770,05 = \left(\frac{Seg\ .\ oR}{Hora\ .\ Pulg\ Hg}\right)$$

$$Q_s = 63770.05\left(1-0.0907\right) \times 24.65 \times 104.75 \cdot \frac{26.96}{1068}$$

$$Q_s = 3779579.97\ \frac{pie^3}{hr} = 107026.29\ \frac{M^3}{hr}$$

EMISION TOTAL DE PARTICULAS

$$ETP = Cs \cdot Qs \cdot 0,453$$

DONDE:

ETP = EMISION TOTAL DE PARTICULAS ($Kg/_{hora}$)

Cs = CONCENTRACION DE PARTICULAS a CONDICIONES STANDARD, EN BASE SECA ($LB/_{pie^3}$)

Qs = RATA DE FLUJO VOLUMETRICO a CONDICIONES STANDARD EN BASE SECA ($Pie^3/_{hora}$)

0,453 = FACTOR DE CONVERSION ($\frac{0,453\ Kg}{1\ LB}$)

$$ETP = 3.8135 \times 10^{-6} \frac{lb}{pie^3} \times 377957.97 \frac{pie^3}{hr} \times 0.4536 \frac{Kg}{lb}$$

$$ETP = 6.53 \frac{Kg}{hr}$$

6.7 Variación Isocinética

$$I = \frac{T_s \left[\frac{V_{lc}\,(pH_2O)R}{M_{H_2O}} + \frac{V_m}{T_m}\left(P_{bar} + \frac{\Delta H}{13.6}\right)\right]}{\theta V_s P_s A_n} \times 100$$

$$= T_s\left(1.667 \frac{min.}{sec.}\right)\left[\left(0.00267 \frac{in.\ Hg\text{-}cu.ft.}{ml.\text{-}{}^{o}R}\right) V_{lc} + \frac{V_m}{T_m}\left(P_{bar} + \frac{\Delta H}{13.6}\right)\right]$$
$$\theta\ V_s P_s A_n$$

I = Porcentaje de isocinétismo en el muestreo

V_{lc} = Volúmen total del líquido colectado en impingers y silica-gel (vea Fig. 5-3), ml.

pH_2O = Densidad del agua, lgr/cc.

R = Constante de gases Ideales, 21.83 pulg. de Hg-cu.ft./lb-mole-^{o}R.

M_{H_2O} = Peso Molecular del agua, 18 Lb./Lb-mol

V_m = Volúmen del gas muestreado a traves del medidor de gas seco(Condiciones de medición), ft^3.

T_m = Temperatura absoluta promedio del medidor de gas (Vea Fig.5-2), ^{o}R.

P_{bar} = Presión barómetrica en el sitio de muestreo, en pulg. de Hg.

ΔH = Caída de presión promedio a traves del orificio(Vea fig. 5-2), pulg. de H_2O.

T_s = Temperatura absoluta promedio de los gases de chimenea(Vea fig.5-2). ^{o}R.

θ = Tiempo total de muestreo, min.

V_s = Velocidad de los gases de chimenea calculado por el método 2, ecuación 2-2, ft./sec.

P_s = Presión Absoluta de los gases de chimenea, pulg. de Hg.

A_n = Area de sección transversal de la boquilla, ft^2.

6.8 Resultados Aceptables. Los siguientes rangos fijan el límite sobre los resultados aceptables de muestreo isocinético:

Si $90\% \leq I \leq 110$, los resultados son aceptables, de otra manera, revise los cálculos y repita el muestreo.

$$I = \frac{1068 \cdot 1.667\left[0.00267 \times 95 + \frac{51.52}{944}\left(26.99 + \frac{2.32}{13.6}\right) \times 0.99\right]}{60 \times 24.65 \times 26.96 \times 13.69 \times 10^{-4}} \times 100$$

$$I = 91.66\ \%$$