

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA

METODOS DE ENSAYO Y CONTROLES  
DE CAMPO DE AGREGADOS PARA  
CONCRETO

JULIO 1.960

GERMAN SAER SARQUIS  
DIONIS PADRON  
TIBALDO BORDONES

G. A. AÑEZ. O

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA

Propiedad

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

del

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

DR. JOSEBO  
de ONDIZ

Para optar al Título de:

*Ingeniero*

CONSTRUCTOR

GERMAN SAER SARQUIS

DIONIS PADRON

TIBALDO BORDONES

Caracas, Julio de 1.960

TESIS  
SPB  
1960

## P R O L O G O

Escogimos este trabajo para presentarlo como tesis de grado por considerarlo como tema muy importante en las construcciones de edificios. A nuestro juicio, este tema es de suma importancia dentro del ramo de la Construcción, pues en él se explica de manera detallada el modo de llevar un control estricto en torno a los materiales usados, la manera de ensayarlos y el modo de seleccionarlos.

Dada la cantidad de factores a estudiar en el tema en cuestión era menester realizar nuestro trabajo en una obra de gran magnitud, donde fuera posible el desarrollo de nuestro extenso tema. El Helicóide de Roca Tarpeya fué la obra más indicada y, gracias a su amplio espíritu de colaboración, no tuvimos mayor dificultad en desarrollar este trabajo que hoy presentamos a la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de Constructor.

Los datos incluidos en esta tesis sólo abarcan hasta el año 1959, debido a que comenzamos a trabajar en ella a fines de ese año.

Agradecemos a los Dres. Armando Mendoza Sagarzazu, Mario Papanoni y Ramón Espinal, la guía y eficiente ayuda prestada en todo el transcurso de nuestro trabajo.

## I N D I C E

- I ARENA.- Generalidades - Métodos de ensayo - Gráficos - Control de humedad - Conclusiones. (páginas 1 al 12)
- II AGREGADO GRUESO.- Generalidades - Métodos de Ensayo - Resultados de los Ensayos - Conclusiones.- (páginas 13 al 49)
- III A G U A.- Generalidades - Métodos de ensayo - Tratamientos - Análisis Físico-Químicos. (Páginas 50 al 54)
- IV CEMENTO.- Métodos de Ensayo - Ensayos Físicos y Análisis Químicos - Datos Anexos - Conclusiones.- (páginas 54 a 65)
- V DISEÑOS DE MEZCLAS.- Generalidades - Propiedades - Métodos de Ensayo y Controles en Campo - Curva de Abrams - Diseños de Mezclas - Conclusiones - Informe de las experiencias realizadas en el laboratorio de campo con aditivos para concreto.- (páginas 66 a 83)
- VI ENSAYOS ESPECIALES.-
- a) ACERO.- Métodos de Ensayo. - Informe de ellos - (Pags. 84 a 87)
  - b) SOLDADURAS.- Informe de las experiencias realizadas.- (Pag. 88)
  - c) BLOQUES DE ARCILLA.- Métodos de ensayo - Datos anexos sobre los ensayos realizados (Pag. 89 al 91).
- VII BIBLIOGRAFIA

I. GENERALIDADES.-

a) Arenas naturales.

Pueden conseguirse en playas de río, de mar y en minas. Las arenas silíceas son las que más se prefieren, sobre todo si son ricas en cuarzo.

Las arenas calcáreas también se pueden usar, siempre que provengan de calcáreos duros, compactos y silíceos. No son aceptables si provienen de calcáreos ricos de lutita o esquistos.

b) Arenas artificiales.

Son las que se obtienen triturando roca buena. Las rocas que se prefieren para tal fin son: la caliza dura, compacta, arenisca con granos bien cementados y las rocas silíceas y calcáreas en general, siempre que sean bien compactas.

II. REQUISITOS PARA QUE UNA ARENA SEA ACEPTABLE. -

A) Composición Granulométrica.

Es indispensable evitar la arena con granos de tamaño uniforme. Para obtener un concreto compacto y resistente es indispensable una arena con granos de dimensiones variables, para que los granos de diversos tamaños llenen mejor los vacíos existentes entre los elementos de la grava, garantizando la buena compactación.

B) La arena no debe contener arcilla, limo, ni materias orgánicas.

C) La arena no debe contener sales perjudiciales.

D) La arena debe ser resistente a los efectos de disgregación mecánica.

E) La arena debe ser resistente a los fenómenos de descomposición química.

F) La arena no debe contener carbón, lignito, pedacitos de madera, ni materias vegetales.

### III. ENSAYOS DE LAS ARENAS.-

#### a) Muestra .-

Es indispensable sacar una muestra de arena que sea bien representativa del material en exámen. Se sacan con la pala en sitios diversos del depósito de arena en ciertas cantidades, con el fin de apartar cerca de 50 Kg. de material para luego ensayarlo. En el caso de que la obra sea de cierta importancia es aconsejable que en ella misma se instale un laboratorio de ensayo.

Los ensayos fundamentales que se le hacen a una arena son:

PUREZA: Corrientemente en una fábrica es fácil darse cuenta de la calidad de la arena tomando una muestra y frotándola entre los dedos, si cruje y deja los dedos limpios es porque no contiene ni arilla ni substancias orgánicas y se puede considerar buena. La simple inspección de una arena que acaban de traer (generalmente viene húmeda) si tiene color negruzco, es porque tiene substancias orgánicas.

SEDIMENTACION: Consiste en lo siguiente: se toma un envase de vidrio claro (transparente) y se echan 2" de la arena, 2" más de agua, es decir, se completan 4"; se agita y se deja descansar; las partículas de arena más pesadas se van al fondo, y en la superficie quedará la arcilla y la substancia orgánica, formando una capa cuyo espesor no debe pasar de 1/8".

ENSAYO GRANULOMETRICO.- Se mezcla muy bien la muestra y se dispone en forma de cuadrado sobre una superficie limpia. Se divide el cuadro en cuatro partes. Se reúnen dos partes opuestas y se hace la misma operación que antes, que se repite hasta que se haya obtenido una cantidad superior a 2.1/2 kilogramos e inferior a los 5 kilogramos. Se tiene a disposición un juego de seis cedazos: N4, N8, N14, N28, N48, N100. Cada número indica el número de mallas por pulgada. Estos están puestos unos arriba de los otros según el modo con que se los ha enumerado: es decir, el más grueso está arriba y el más fino debajo. La arena más fina, que pasa por el cedazo N100 está retenida por un sombrero metálico que está inmediatamente más abajo de éste, y que llamamos pasa N100.

Se pone el material en exámen en el cedazo de más arriba, el N4 y se tapa con una lámina metálica que hace parte del equipo.

El juego de cedazos, así puesto, forma un conjunto que se puede manejar y mover. Se agita por no menos de 5 minutos de manera que todo grano pase por la malla más gruesa de su máxima dimensión y sea retenido por el cedazo inmediatamente más fino. Se considera arena todo el material que pasa por el cedazo N4. Se suman las cantidades retenidas en los demás cedazos y éstas sumas representan el peso de la arena en exámen.

Se divide cada cantidad, retenida en cada cedazo, por el peso de la arena. El valor se obtiene, multiplicando por cien cada una de las cantidades obtenidas anteriormente, lo cual representa el porcentaje retenido.

Sumando los porcentajes retenidos, según la misma numeración de antes, se obtienen los porcentajes de material más grueso. El porcentaje de material más grueso, relativo a cada cedazo, debe estar entre los límites fijados por las normas, es decir:

Cedazo.	porcentaje más grueso.	
No. 4	0	a 5
No. 8	10,5	a 21
No. 14	21,5	a 42,5
No. 28	42,0	a 70
No. 48	66	a 88,5
No. 100	92	a 98

Estos límites están gráficamente representados por dos curvas, como se ve en nuestros gráficos.

Los puntos relativos a los porcentajes más gruesos, en los mismos gráficos, se pueden unir con segmentos, fijando así la llamada curva granulométrica de la arena en exámen. Esta curva debe evidentemente, para una buena arena, estar entre las curvas límites.

Tiene mucha importancia el MODULO DE FINURA. Este está representado por la suma de los porcentajes más gruesos dividido por cien. Para una arena buena el módulo

de finura debe entrar entre los límites: 2,70 a 3,10. Según el Prof. Abrams, lo que determina las características fundamentales del agregado no es la curva granulométrica, sino el módulo de finura.

Con una serie de experimentos él demostró, que teniendo fijo el Módulo de Finura del material cernido, a paridad de cualquier otra circunstancia, la resistencia del concreto no varía, variando entre límites amplios la composición granulométrica. Esto nos dice toda la importancia del módulo de finura, que, si es bueno, nos asegura que la arena es aceptable, aunque tenga una curva granulométrica que no corresponda a las normas.

Ejemplo de ensayo granulométrico:

Cedazo	Mat. retenido (grs.)	% retenido	% más grueso
No. 4	25,7 ✓	2,57	
No. 8	180,8 ✓	18,05	18,05
No. 14	186,9 ✓	18,69	36,705
No. 28	226,0	22,55	59,251
No. 48	238,1 ✓	23,76	83,013
No. 100	136,5	13,62	96,63
P. No. 100	<u>33,8 ✓</u>	3,37	
	1.002,1		M.F. 2,93

Explicación:

Supongamos que el peso, expresado en gramos, del material retenido por cada cedazo está representado por los números de la segunda columna. El peso total de la arena se obtiene sumando estos pesos parciales, excluyendo el peso relativo al cedazo no. 4. El porcentaje relativo al cedazo No. 8 se obtiene con esta operación:  $180,80 \times 100$  dividido entre 1002,1 es decir, dividiendo el peso del material retenido (para el cedazo No. 8) por el peso total de la arena y multiplicando el resultado por cien.

Lo mismo se hace para los otros cedazos. Los porcentajes se escriben en la

segunda columna, Los porcentajes del material más grueso relativos a cada cedazo se obtienen sumando todos los porcentajes del material retenido por los cedazos de malla más grande que las del cedazo en exámen. Así para el cedazo No. 14, será  $18,05 + 18,65 = 36,70$ . Para el cedazo No. 28, será  $36,70 + 22,55 = 59,25$ , etc.

Todos los valores se escriben en la última columna. Sumando el porcentaje más grueso relativo al cedazo No. 100, con el porcentaje retenido por PN 100, se debe obtener 100 (esto sirve solamente como control).

Sumando todos los valores de la última columna y dividiendo la suma por 100, se obtienen el Módulo de Finura, que, en nuestro caso es 2.93.

Los valores de la última columna, considerados como ordenadas, con abscisas iguales al lado de la malla del cedazo correspondiente, representan nuestros gráficos. Uniendo estos puntos se obtiene la curva granulométrica que en nuestro caso está entre las curvas límites. El Módulo de Finura (293) está entre los límites. La arena en exámen, desde el punto de vista granulométrico puede considerarse como óptima.

#### e) Ensayo Colorimétrico.

Sirve para determinar la presencia de las materias orgánicas y para indicar si la cantidad de éstas es perjudicial.

Es indispensable hacer este ensayo muy a menudo, con frecuencia que depende con criterio cualitativo, de la magnitud del depósito natural del material y de la variabilidad de su composición.

De todos modos, se debe hacer un exámen por cada cantidad no superior a  $10\text{m}^3$ . La muestra debe ser representativa del material. Para tal fin, cuando no se use la misma muestra que sirvió para el ensayo granulométrico, se apartará la muestra del modo siguiente: Se introduce la mano en montón, aproximadamente todo el antebrazo, se cierra la mano y se coloca el puño del material en un recipiente. Esta operación se repite diez veces en sitios diversos y se mezcla la arena así obtenida. Se tiene a disposición una pequeña botella de vidrio blanco con dos incisiones (I y II). La incisión I indica un volumen de  $130\text{ cm}^3 \div 80\text{ cm}^3 = 210\text{ cm}^3$

Se llena la botella con la arena en exámen hasta la incisión I y se llena después con sosa cáustica en solución al 3% hasta la incisión II. Se tapa la botella y se agita.- El volúmen total disminuye por el hecho de que la arena ha absorbido parte de la solución. Se introduce y entonces otra solución hasta llegar definitivamente a la incisión II.

Se agita la botella de nuevo y se deja asentar durante 24 horas. En este período la sosa caustica entra en acción y reacciona con las materias orgánicas para formar compuestos en solución, y cuya presencia se nota por el color que dan a la solución, más o menos intenso, según la cantidad en que estén presentes.

Por la intensidad del color se puede entonces juzgar, cualitativamente, la cantidad de materias orgánicas presentes en la arena y decir si el material no es aceptable, o para que se puede usar.

#### TABLA DE COLORES

<u>Color</u>	<u>U s o</u>
I-Incoloro o amarillo claro	Para cualquier concreto.
II- Amarillo a anaranjado.	Para cualquier tipo de concreto donde la carga de ruptura que se requiere no supere los 125 Kg/cm <sup>2</sup> .
III - Rojo Amarillo	Utilizable sólo para concretos. simples donde no se requiera carga de ruptura superior a 60 Kg/cm <sup>2</sup> .
IV - Castaño a marrón claro.	No utilizable para concreto.
V - Marrón oscuro.	No utilizable para concreto.

#### f) Determinación del porcentaje de arcilla, limo y coloides.

Se considera arcilla, limo y coloides a todo el material que pasa por el cedazo de 200 mallas por pulgadas.

Para obtener la muestra de ensayo en exámen, usamos el mismo procedimiento que sirvió para el ensayo granulométrico.

Ponemos la muestra a sécar en una estufa con temperatura no superior a 100°C, hasta constatar que el peso no baja más, es decir, hasta que se ha eliminado toda la humedad

de la arena. La pesamos y la ponemos en el cedazo No. 200. Continuamos la operación hasta constatar que el agua sale limpia por debajo del cedazo. Ponemos de nuevo a secar la arena, hasta que el peso no baje más. Pesamos de nuevo la arena. El porcentaje de arcilla, limo y coloides estará representado por esta relación:

$$\text{Porc. de A., L y C} = \frac{(\text{peso inicial} - (\text{Peso final}))}{(\text{Peso Inicial})} \times 100$$

Ejemplo: Supongamos que el peso inicial sea de 1142 gramos, el peso final, 1127.

El porcentaje mencionado es:

$$\frac{1152 - 1127}{1152} \times 100 = 2,25\%$$

El porcentaje aceptable de arcilla, limo y coloides es el 3%. Solo en casos excepcionales se aceptará hasta el 7%. En obras hidráulicas es bueno no superar nunca el 3%, esto por la influencia desastrosa de la arcilla en presencia de la humedad. Lo mismo, para obras sujetas al desgaste superficial (carreteras).

g) Damos rápida mención de otros ensayos que interesan a las arenas.

Difícilmente se pueden hacer todos en el campo.

Ensayo de Disgregabilidad.- Se procede en esta forma: se le hace el ensayo granulométrico a la arena. Se ponen 100 gramos de arena de cada tamaño cernido en solución saturada de sulfato de sodio o de magnesio. Se repite por cinco veces y por el período de 18 horas a la temperatura de  $21 \pm$  grados C.

Después de cada operación de inmersión se seca hasta obtener peso constante en una estufa a la temperatura de 105 a 110°. Terminada la última operación, se lava con solución acuosa de cloruro de bario, y se seca definitivamente hasta que el peso sea constante, a la temperatura de 105 a 110° C.

Se cierne cada muestra con el mismo cedazo que antes la retenta y se determina el porcentaje que pasa. Estos procedimientos, junto con un examen cualitativo, y viendo la disgregación de los gramos más gruesos, nos dan una indicación sobre la disgregabilidad de la arena. La cantidad perdida por disgregación no debe pasar del 12%.

Este ensayo tiene importancia para preveer la resistencia del concreto.

Este ensayo tiene importancia para prever la resistencia del concreto a la disgregación en presencia de agentes químicos perjudiciales y también de los agentes atmosféricos.

Determinación del porcentaje de carbón, lignito y otras materias de peso específico bajo (pequeños pedazos de madera, materias vegetales, etc.)

Se seca la arena hasta obtener peso constante; la muestra ha de ser de más de 200 gramos y el secamiento se hace en una estufa a 105-110°C. Se pesa y se coloca en un recipiente de 400 cm<sup>3</sup> (de tetracloruro de carbono). Se vacía el tetracloruro a otro recipiente de 400 cm<sup>3</sup> también pero con un cedazo interpuesto, con cuidado para que sólo las partículas flotantes entren en el cedazo, quedándose la arena en el recipiente. El mismo tetracloruro, recogido en el segundo recipiente se vacía de nuevo en el primero, a contacto con la arena, y se agita junto con ésta. Se repite el proceso de decantación mencionado hasta que la muestra esté limpia de partículas flotantes. Se seca el material decantado por pocos minutos en una estufa a 105°C. y se pesa. El porcentaje requerido se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje} = \frac{(\text{peso del material decantado})}{(\text{Peso de la muestra seca})} \times 100$$

No debe ser mayor del 1%.

Determinación del peso específico

Se puede hacer disponiendo de una balanza hidrostática. Se determina el peso en el aire de una cierta cantidad y el peso en el agua.

$$\text{Peso específico} = \frac{(\text{Peso en el aire})}{(\text{peso en el aire}) - (\text{peso en el agua})}$$

Útil y de gran facilidad es la determinación del peso por unidad de volumen de la arena tal como está, y de la arena seca. Se hace también la determinación del peso por unidad de volumen del material seco compacto.

Para tal fin se llena una formaleta standard de acero en tres etapas con el material seco. Cada vez se compacta con 25 golpes, con pisón standard. Se determina el peso

del material que ocupa el volumen requerido, eliminando evidentemente lo que le sobre y se divide por el volúmen; lo que se obtiene es el valor que requerimos.

#### Determinación de la resistencia del mortero.

Este ensayo consiste en preparar un mortero hecho con la arena en exámen, usando una relación agua-cemento determinada (por ejemplo: 0,6) y otro mortero preparado con la arena standard de Ottawa, la misma cantidad de cemento, y con la misma relación agua-cemento fijada antes. La resistencia a la compresión, determinada a los 7 días, del mortero, hecho con la arena en exámen, no debe ser inferior al 90% de la resistencia del mortero preparado con la arena standar.

#### Determinación del porcentaje de arcilla en forma de granos cementados.

Se hace examinando las varias fracciones que se quedan en los cedazos, después de cernido. Todas aquellas partículas que se puedan romper con la presión de los dedos, se debe clasificar como granos de arcilla.

El peso total de éstos, divididos por el peso total de la muestra, y multiplicado por cien, nos da el porcentaje requerido. En las arenas no debe superar el 1-1/2%.-

#### Porcentaje de humedad.

Se pesa cierta cantidad de la arena en exámen y se pone a secar hasta obtener peso constante en una estufa con temperatura no superior a 110° C.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(\text{peso inicial}) - (\text{peso final})}{(\text{Peso inicial})} \times 100$$

En el campo puede procederse así: se baña con gasolina la muestra en exámen, después de haberla pesado y se le pega fuego.

Terminada la combustión se pesa de nuevo y se determina el porcentaje de humedad como antes.

Absorción.

Se determina mediante la fórmula:

$$\frac{B-A}{B} \times 100 : \frac{P_{st} - P_{sc}}{P_{st}} \times 100$$

Siendo:

$P_{st}$ , B = Peso de la muestra saturada de humedad con superficie de los granos seca.

$P_{sc}$ , A = Peso de la muestra secada hasta el peso constante.

Para obtener la arena saturada con superficie de los granos seca, hay que poner la muestra húmeda al sol, mezclarla y agitarla hasta constatar que la superficie de los granos está libre de toda película de agua.

Para obtener la muestra seca se procede en el ensayo precedente.

---o0o---

## CONCLUSIONES SOBRE LOS ENSAYOS DE ARENA .-

Como adición a los resultados obtenidos sobre las muestras de arena ensayadas en el laboratorio, destacamos los siguientes comentarios sobre la clasificación de dichas arenas:

Buenas: Las muestras de Boca de Río y Maracay (minas San Vicente), son prácticamente equivalentes; la muestra de la arena de Maracay tienen un módulo de finura algo bajo. Cumplen en general con los requisitos verificables en el Laboratorio.

Aceptables: Las arenas "El Paraíso", "La Margarita" y "Rocarena", son aceptables en líneas generales, con el inconveniente de ser gruesas; las dos primeras se pueden mejorar en su granulometría eliminando o reduciendo la fracción retenida en el cedazo No. 4, la tercera no responde a este tratamiento, pero su uso en la obra ha sido satisfactorio. El contenido en materia orgánica de las tres deja algo que desear (no da un resultado completamente incoloro con la solución NaOH). Combinadas con las del grupo anterior deberían dar buenos resultados, con tal de garantizar una cierta uniformidad en su mezclado.

No aceptables: La arena "El Tuy" es muy gruesa y no mejora mucho eliminando la fracción retenida en el cedazo No.4, contiene materia orgánica; la dureza en sus granos es aceptable. La arena "La Vega" es similar en su granulometría a las arenas aceptables pero con un mayor porcentaje grueso (material retenido en el No. 4). Presenta falta de constancia en los ensayos colorimétricos (una muestra es aceptable y la otra es completamente rechazable.), contiene granos blandos en proporción no aceptable. La arena "Las Adjuntas"; a esta arena se le ensayaron cuatro muestras, una de ellas lavada; tienen un peso específico bajo, granos blandos y exceso de fino, no contienen sustancias orgánicas, lavándola se mejora su granulometría pero aún contiene granos blandos.

## CONTROL DE HUMEDADES DE ARENA

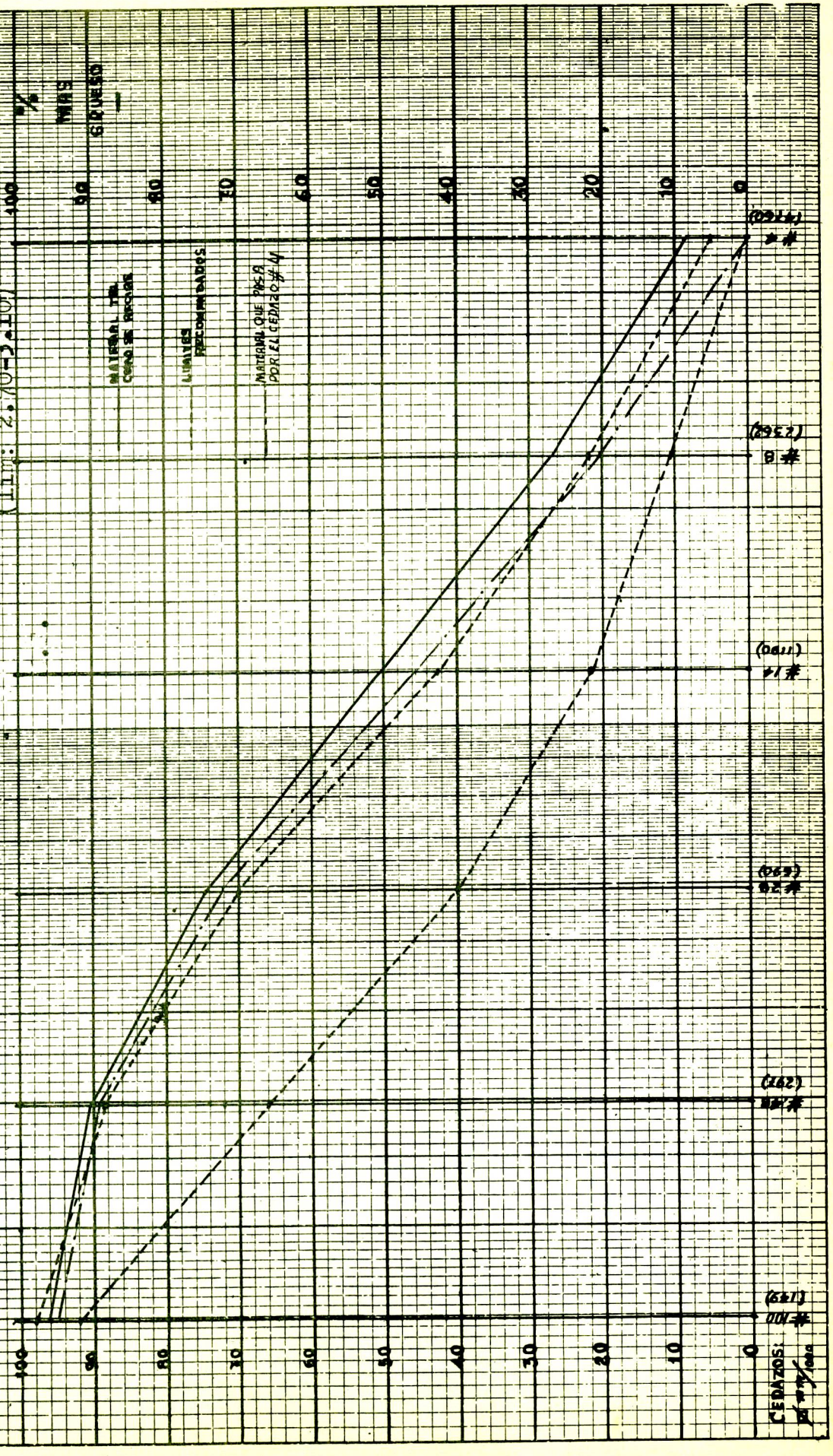
fecha	% de humedad	Observaciones
7-11-58	7%	Arena descargada el 6-11-58 en la tarde. Muestra tomada a las 9:30AM. Sol brillante.

fecha	% de humedad	Observaciones
7-11-58	4,6%	Arena de la planta pesadora para usarse en la tarde.
8-11-58	5,4%	Arena de la planta pesadora. Llovio en la noche.
12-11-58	4,4%	Llovio ayer fuerte. Fué determinada en aparato de campo.
14-11-58	6,2%	Planta pesadora, día claro.
20-11-58	6,7%	Aspecto húmedo, determinada en aparato de campo.
20-11-58	7,9%	Aspecto muy húmedo, determinada en aparato de campo.
22-11-58	5,1%	Determinada en aparato de campo.
22-11-58	6,3%	Día claro, sol brillante.
24-11-58	6,6%	Día claro, sol brillante.
24-11-58	10,7%	Humedad acumulada durante el fin de semana.
25-11-58	6,8%	Muestra tomada del camión a mediodía. Aparato de campo.
26-11-58	4,2%	En la mañana, primer vaciado. Aparato de campo.
26-11-58	4,5%	En la mañana, primer vaciado.
29-11-58	4,4%	Tiempo nublado.
2-12-58	6,6%	Tiempo nublado.
4-12-58	4,4%	Día claro, sol brillante.

(#15)

# Curva Granulométrica de la Arena "Rocarena" (11-3-59)

Colorimétrico: #1 (T.A #2) P.B. = 2.66 g/cm<sup>3</sup>  
M.F. = 3.24 (lim: 2.70-3.10)



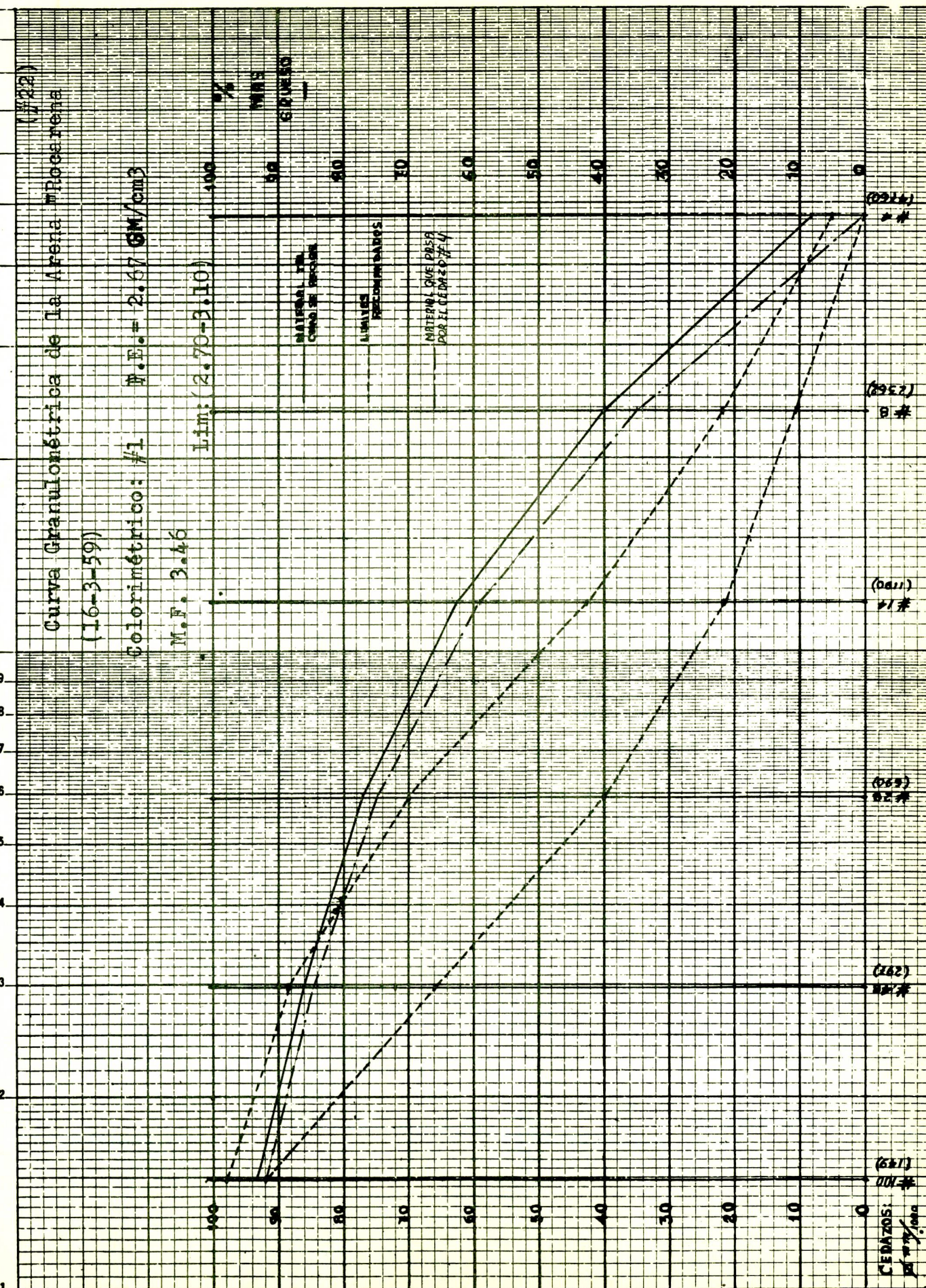
Curva Granulométrica de la Arena Miocena

(16-3-59)

Colorimétrico: #1 P.E. = 2.67 GM/cm<sup>3</sup>

M.F. 3.46

Lim: (2.70-3.10)



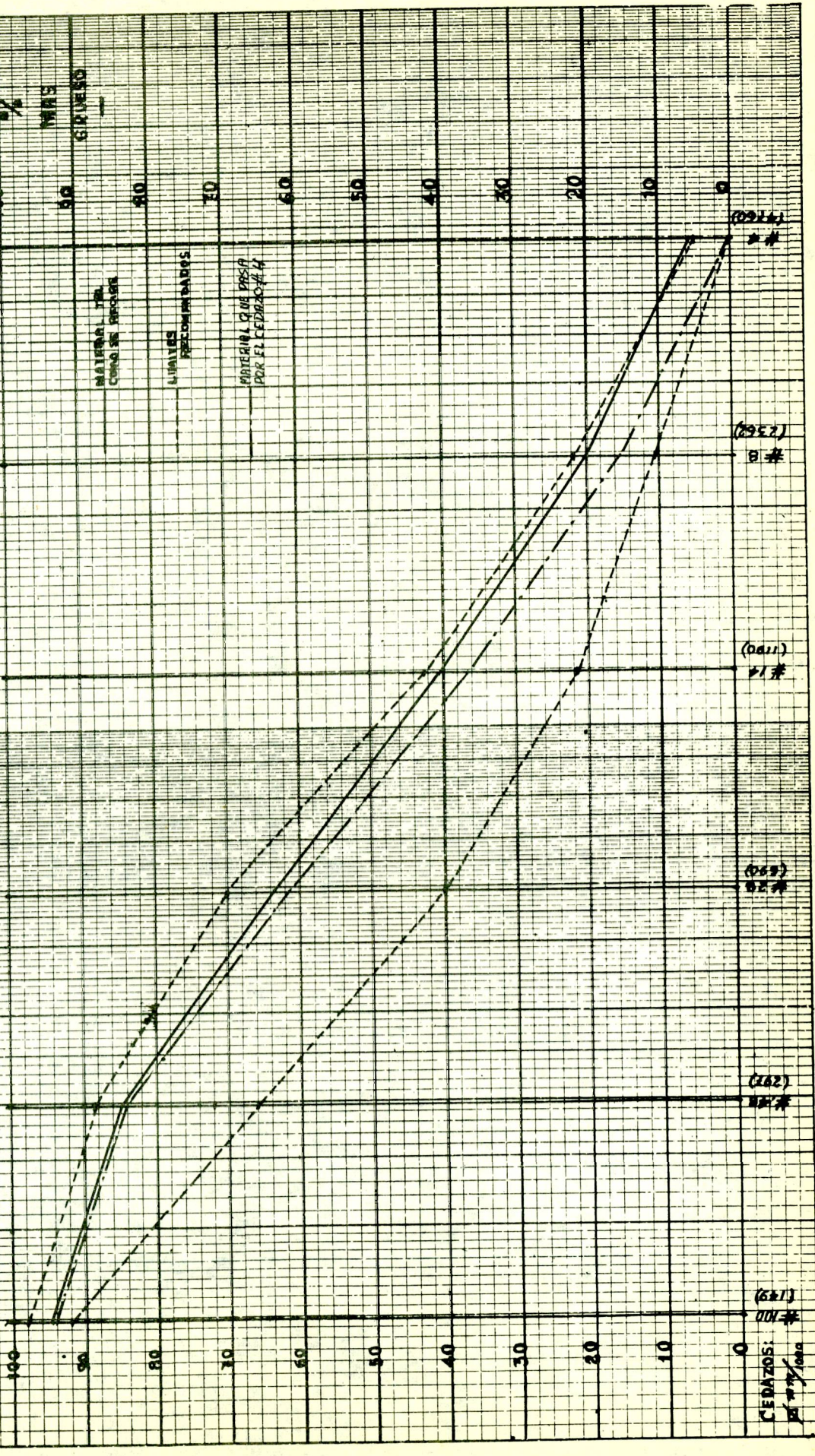
Curva Granulométrica de la arena usada en el vaciado del Puente "Porcuchuelo"  
(Rocarena Maracay)

Colorimétrico: #1 (transparente)  
(Chapman)

(19-3-59)  
M.F. = 2.93  
(Lim = 2.7-3.1)

P.H. = 2.69  $\frac{g}{cm^3}$

(#23)



Curva Granulométrica de la Arena "Rocarenar"

(3-4-59)

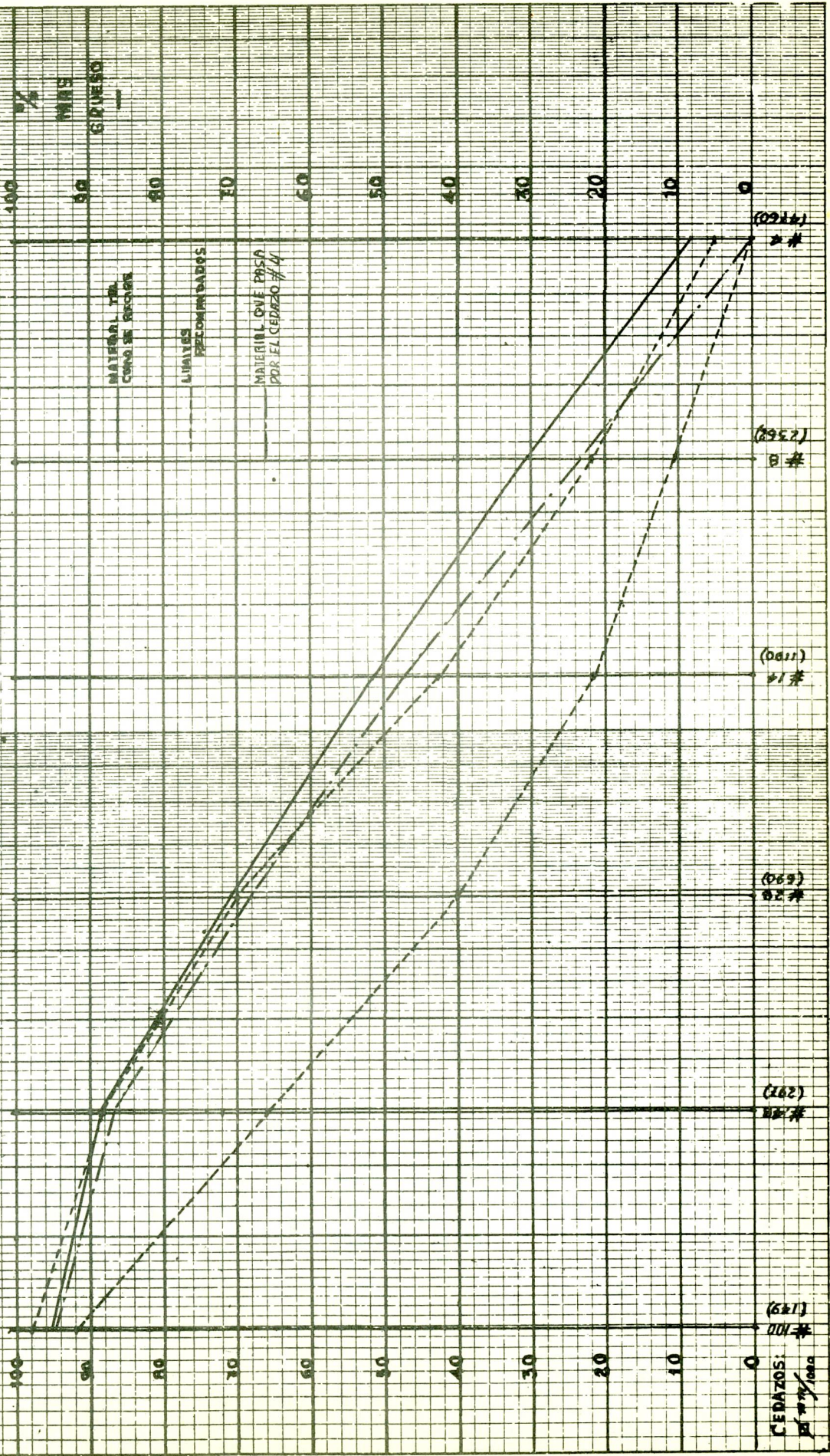
Colorimétrico: #1

M.F. = 3.21

P.F. = 2.67 (Chepman)

(Lim. 2.7-3.1)

(#27)

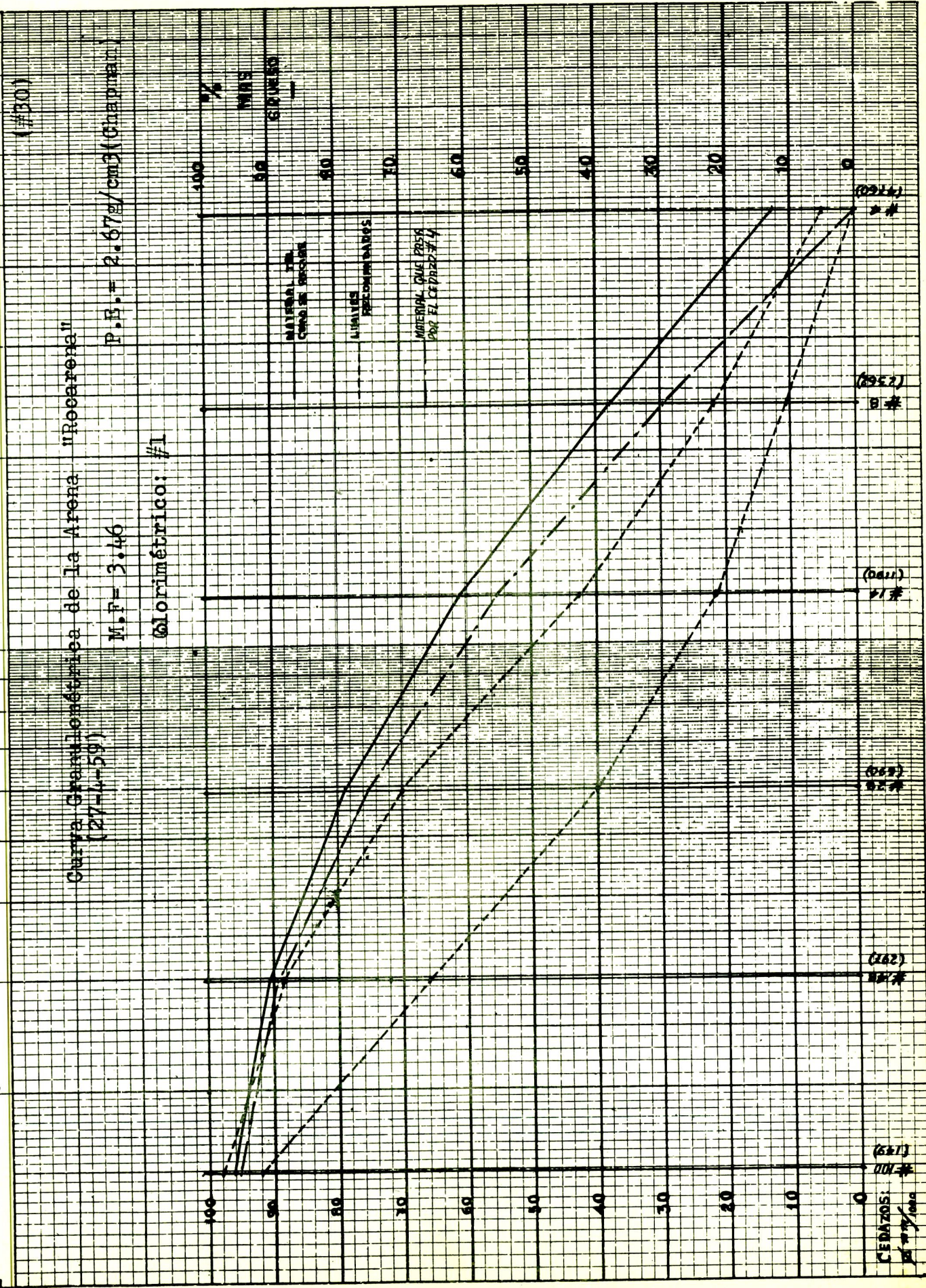


Curva Gradimétrica de la Arena "Recarena"  
 (27-4-59)

M.P. = 3.46

P.B. = 2.67 g/cm<sup>3</sup> (Guapira)

Colorimétrico: #1



Curva Granulométrica de la Arena "Rocarena"  
 (22-6-59)  
 Colorimétrico. #1. (II)

M.F. = 3.37 > 3.10 P. Esp. Ap: 2.66 g/cm<sup>3</sup> (Chapman)  
 269 g/cm<sup>3</sup> (B. Hidrostática)

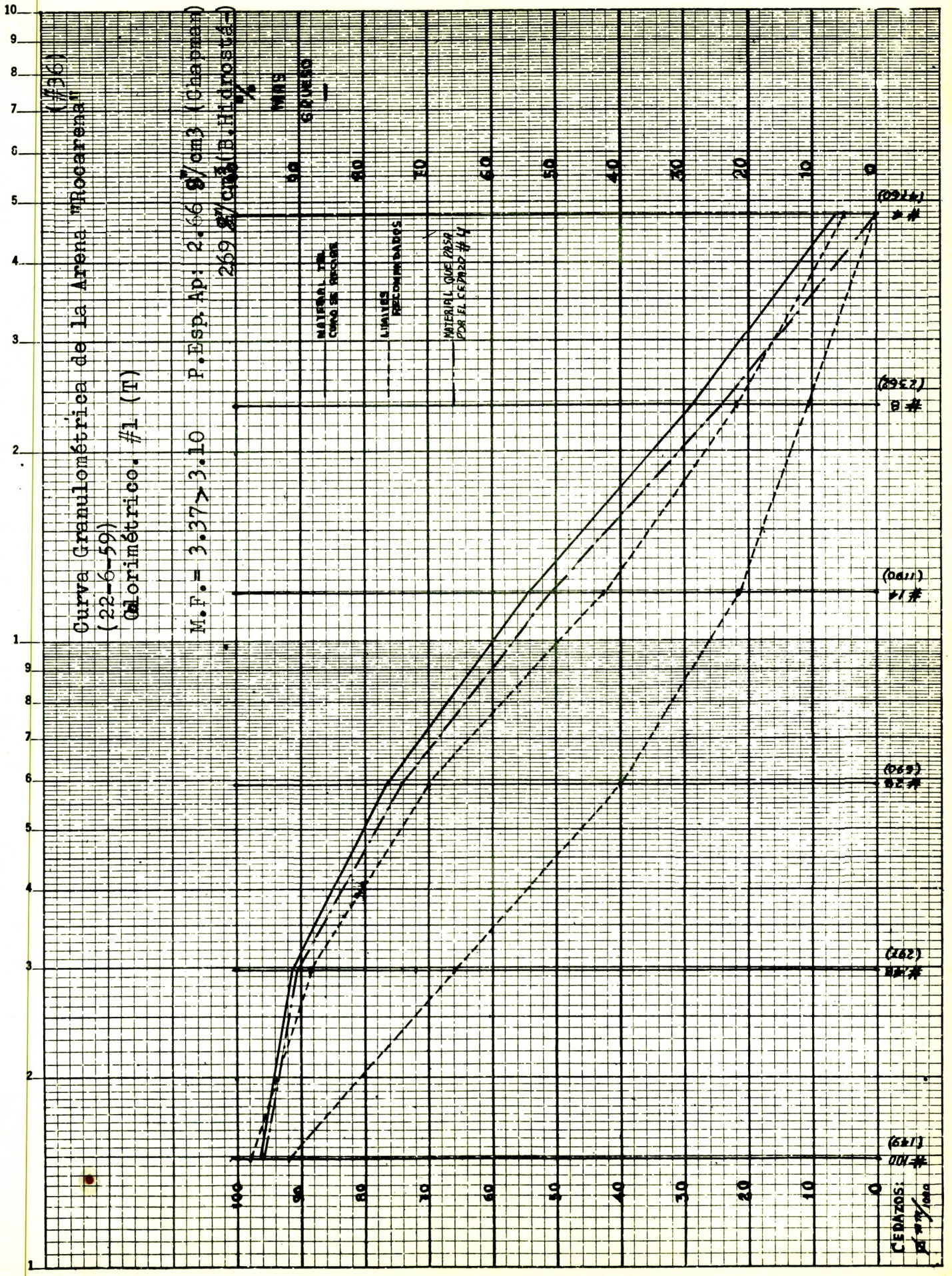
(796)

MMS  
 SURESO

MATERIAL EN  
 CUBO DE 20 CM

LIMITES  
 RECOMENDADOS

MATERIAL QUE Pasa  
 POR EL CERNIZO #4



CERAZOS: #100 / cm³

(262) #100

(269) #20

(261) #10

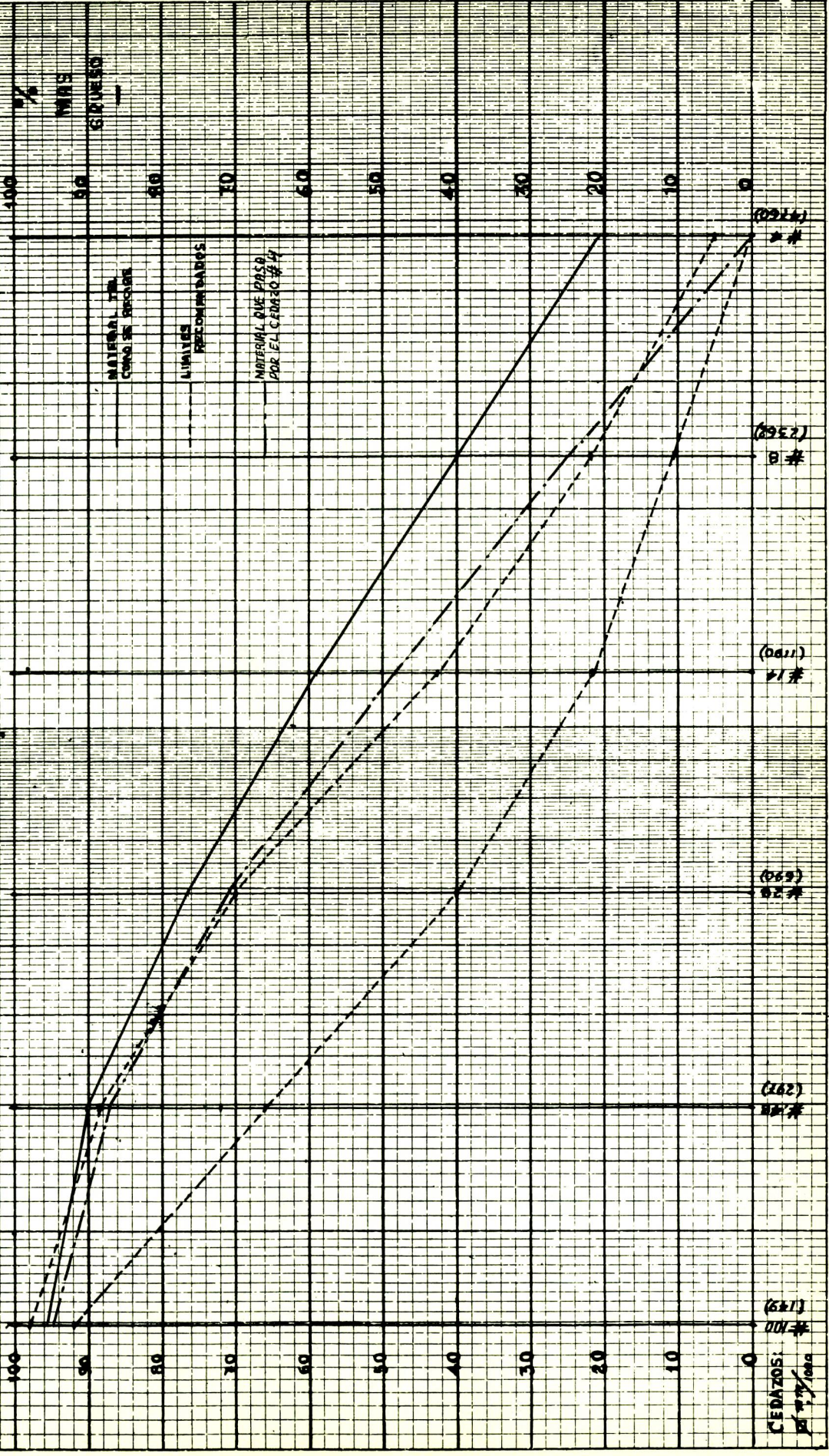
(2952) #5

(2914) #2

Curva Granulométrica de la Arena  
 "Rocarena" (8-8-59)  
 Colorimétrico #1 (→2)

M.P. = 3.27 → 310 P.Esp. Ap. = 2.66 / cm<sup>3</sup> (Chapman).

(738)

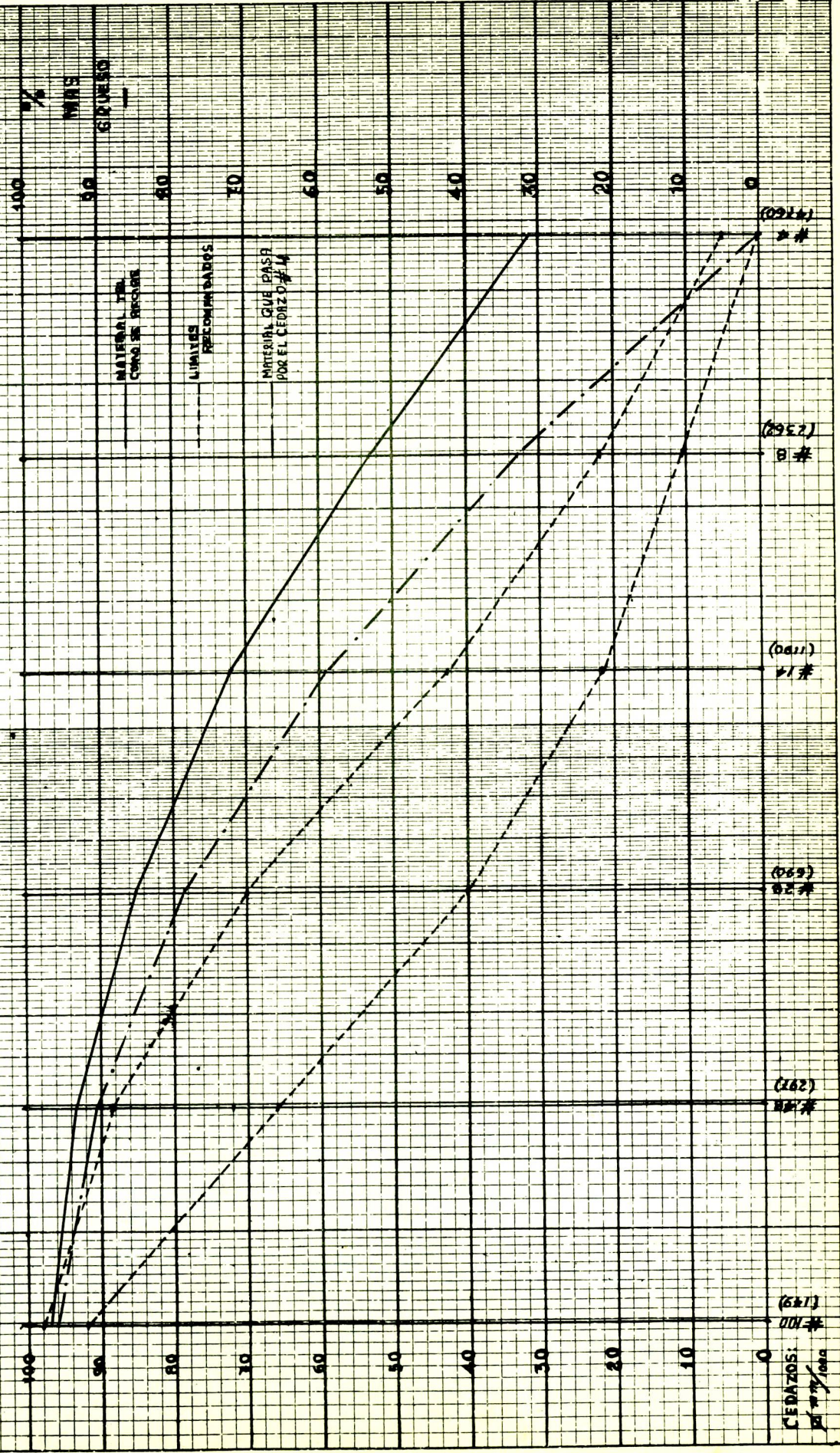


Curva Granulométrica de la Arena "Bocareña" (9-9-59)

Colorimétrico: #1 (T)

M.F. 3.58 P. esp. Ap: 2.67 gm/cm<sup>3</sup>

(742)



CEDAZOS: 001 #

(641)

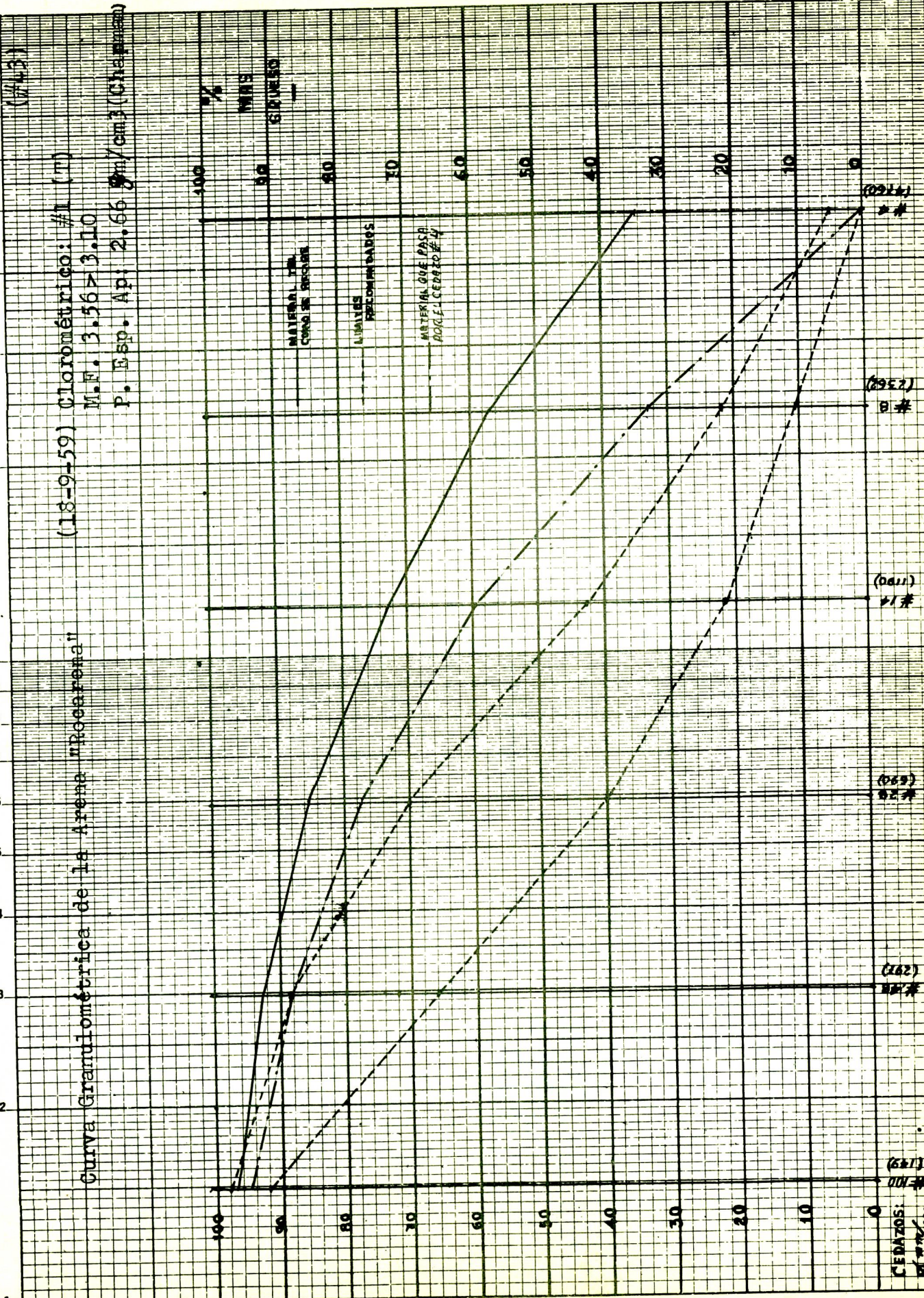
(262) 8 #

(069) 02 #

(081) 1 #

(2952) 8 #

(2916) \* #



CENIZOS: %

(162) 82%

(669) 82%

(0611) 81%

(2952) 81%

(2914) 81%

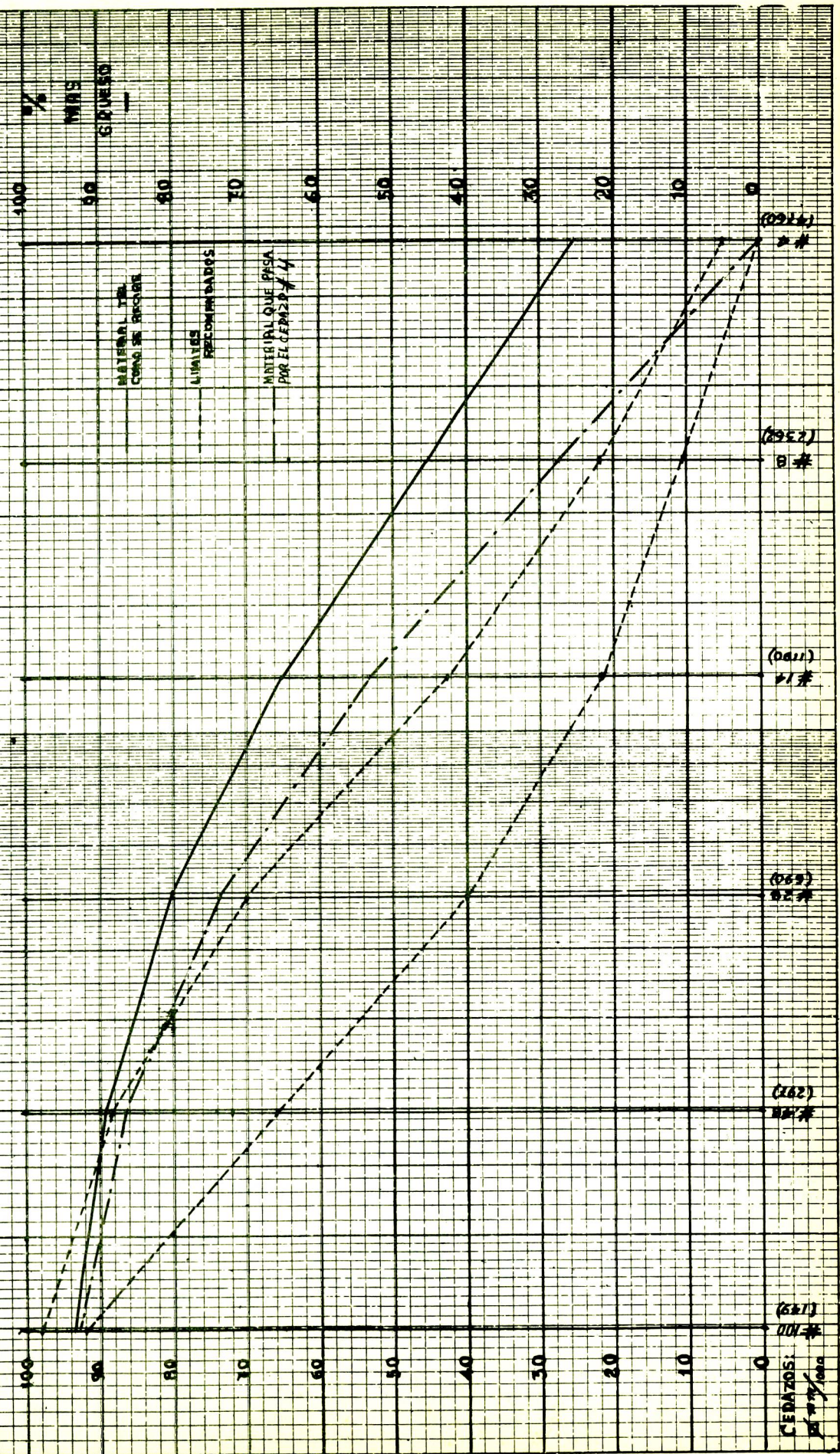
(1743)

Curva Granulométrica de la Arena "Rocarena" (5-10-59)

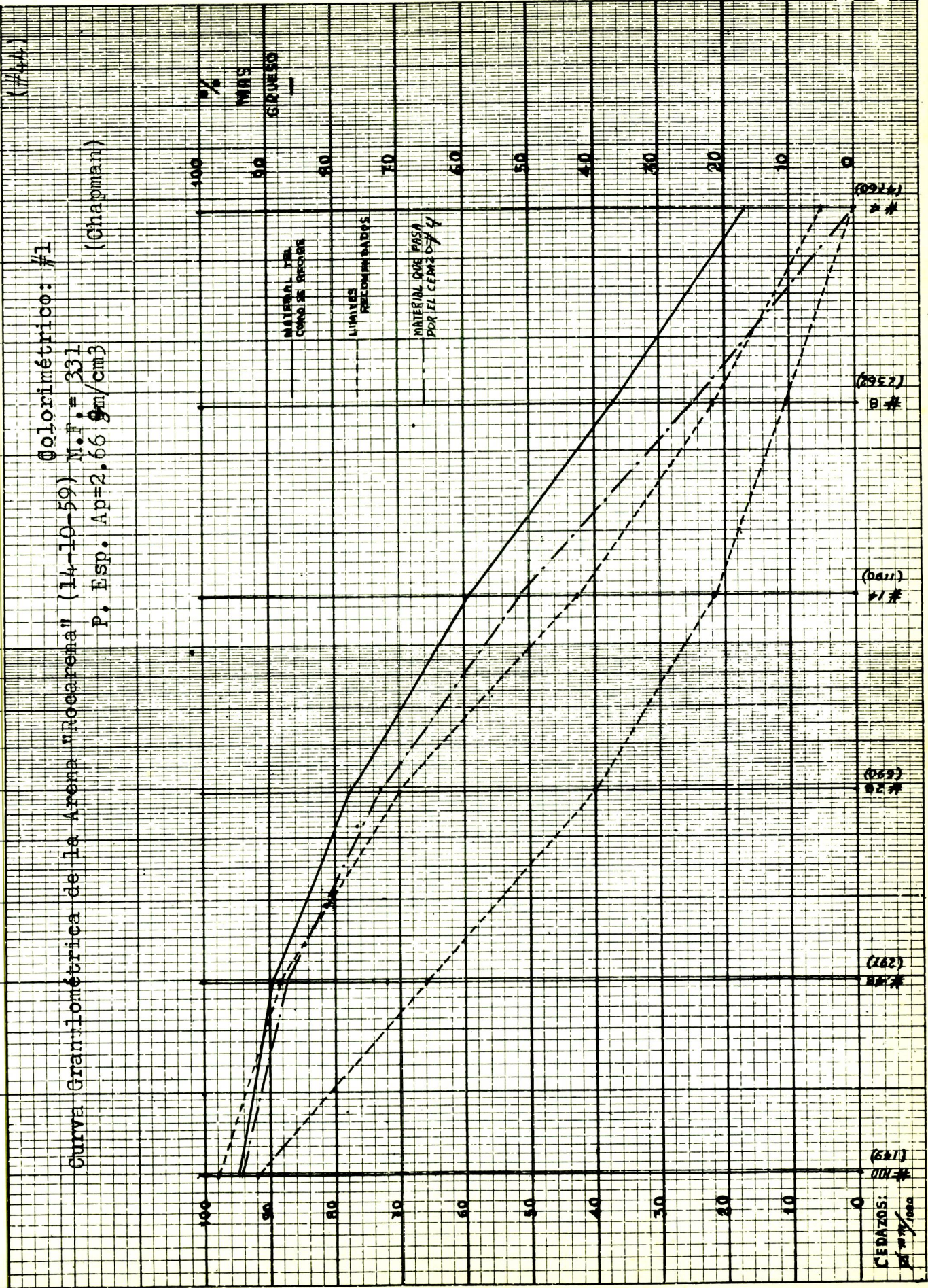
Colorimétrico: #1 (144)

M.F. = 3.33

P. Esp. Ap = 2.66cm/cm<sup>3</sup>(0.04)



Colorimétrico: #1  
 Curva Granulométrica de la Arena "Rocarena" (14-10-59) M.F. = 331  
 P. Esp. Ap = 2.66 g/cm<sup>3</sup> (Chapman)



(#44)

(2924) #

(2952) #

(2911) #

(269) #

(262) #

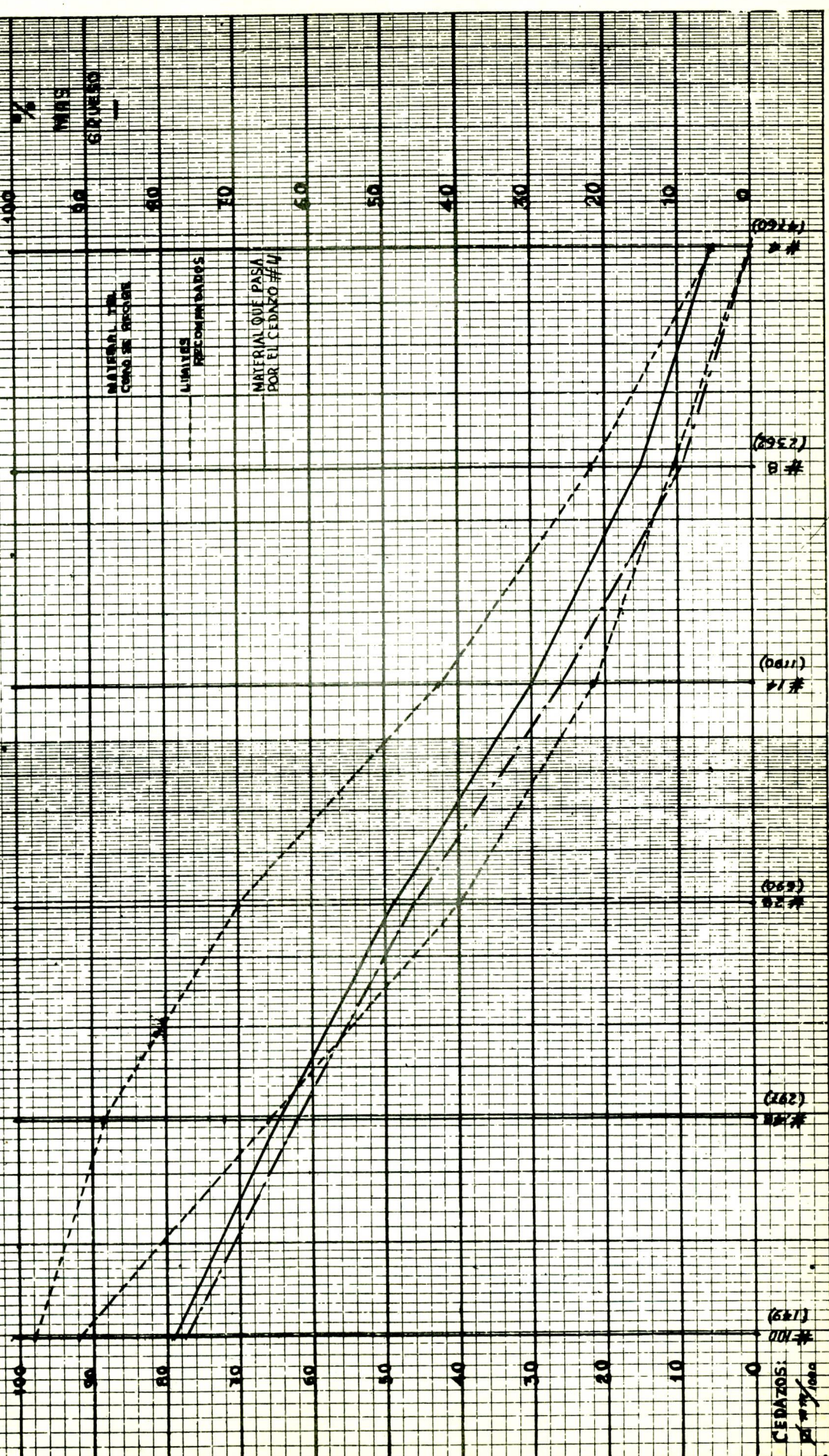
(231) #

CIEBAS:  
 100%

(#104)

Curva Grenulométrica de la Arena Mias Adjuntea (M.L.)  
(10-3-59)  
Colorimétrica: #1: P.E. = 2.59 g/cm<sup>3</sup> (Prasco Chapman)

M.P. = 2.23 < 2.70 P.E. = 2.57 g/cm<sup>3</sup> (Balanza Hidrogr.)  
INTECN



CENIZOS: %  
# MESH

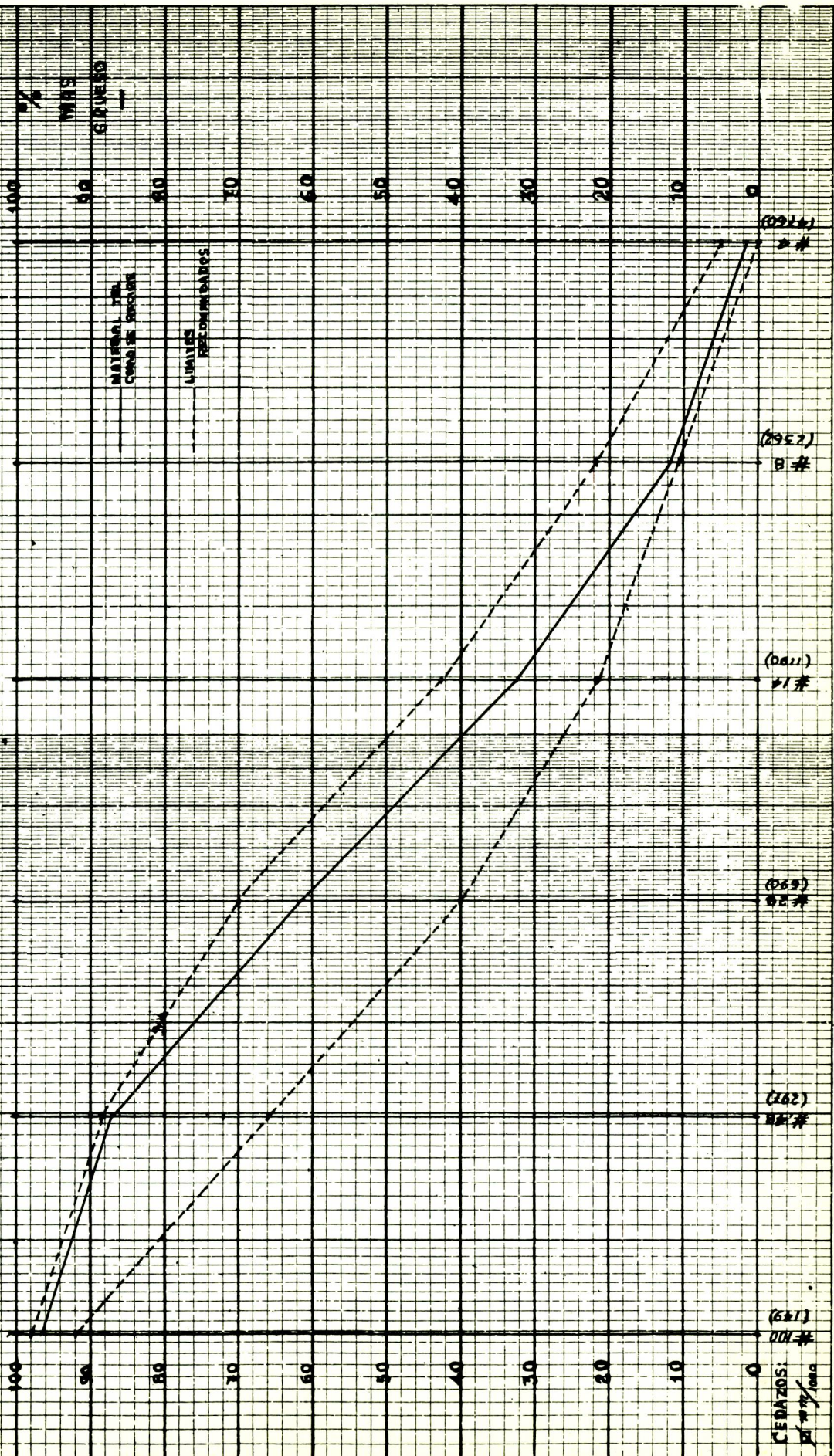


Curva Granulométrica de la Arena "Boca del Río" (Amarilla)

(22-4-59)

P.E. = 2.62  $\frac{cm^3}{cm^3}$  (Ch) N.F. = 2.86

(#28)



CERAZOS  
#100

(262)  
#27

(069)  
#27

(0611)  
#1

(2952)  
#8

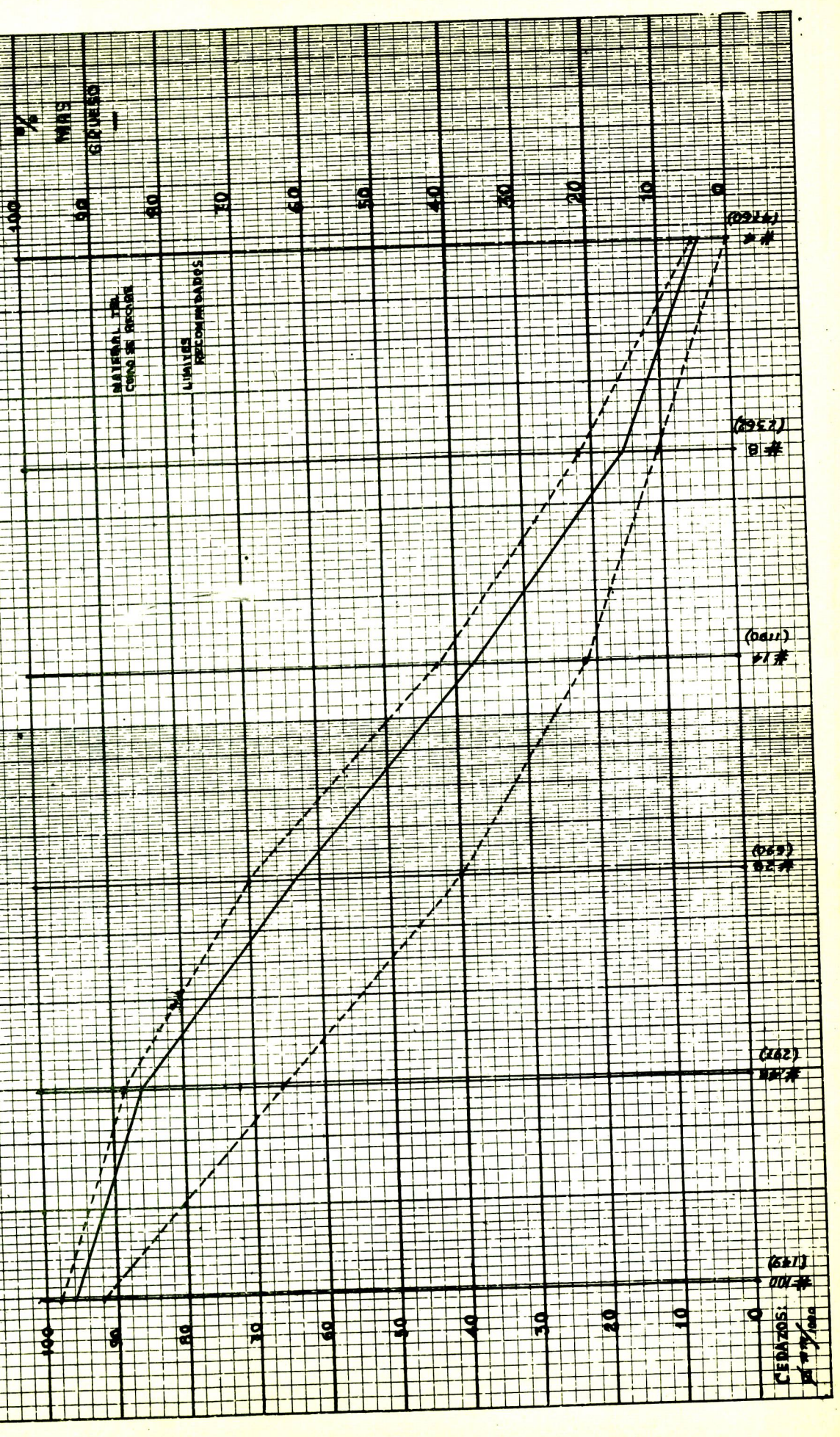
(0926)  
#8

(#27)

Ensayo Granulométrico de la Arena "Boca del Río"  
(16-6-59)  
Colorimétrico: #1.

M.F. 2.98

P.E. = 2.63 gm/cm<sup>3</sup> (Chapman)



CERAZOS:  
por m<sup>2</sup>/100g

(200) #100

(150) #100

(100) #150

(75) #200

(60) #250

(50) #300

(40) #425

(30) #600

(20) #850

(10) #2000

(5) #4000

(200) #100

(150) #100

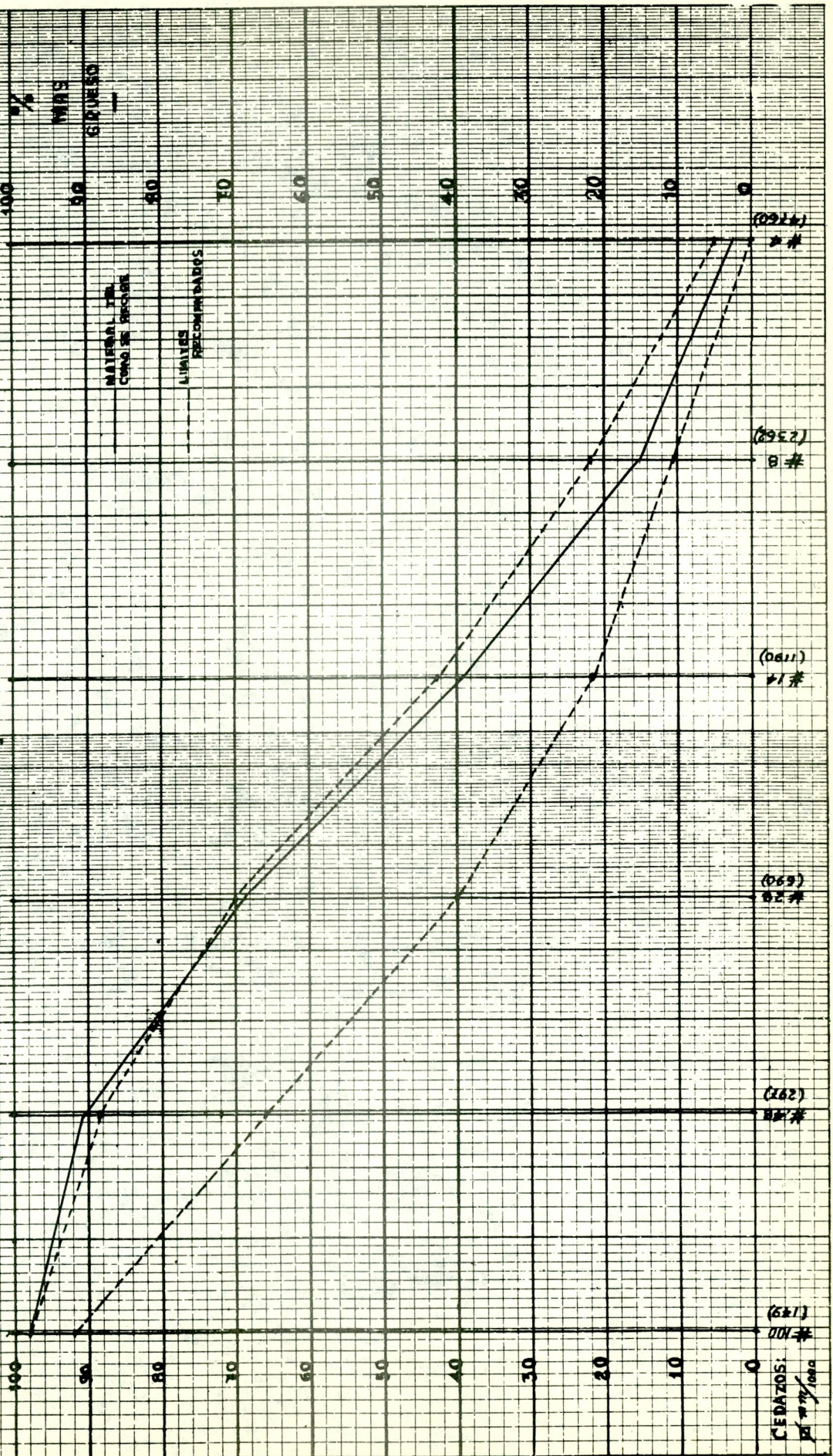
(100) #150

(75) #200

Curva Granulométrica de la Arena "Boca del Río"  
 (30-3-59)

Colorimétrico: Entre 1 y 2 (Contiene Mat. orgánica)  
 M.F. = 3.07  
 (Lim. 2.7-3.1)

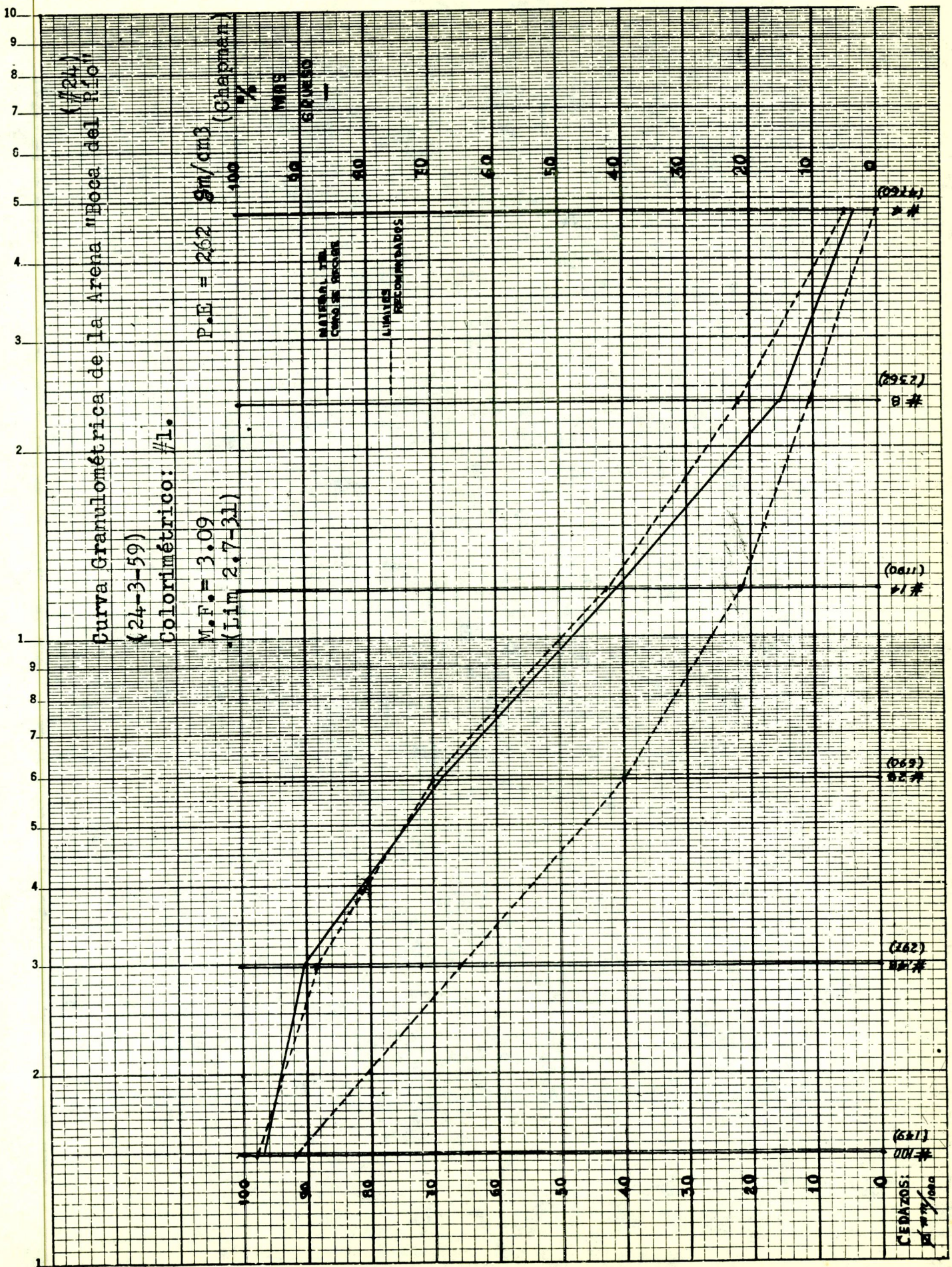
P.I. = 2.59/813 (Chapman)



Curva Granulométrica de la Arena "Boca del Río"  
 (24-3-59)  
 Colorimétrico: #1.

M.F. = 3.09  
 (Lim 2.7-3.1)

P.E. = 262 gm/cm<sup>3</sup> (Chapman)  
 %  
 NMS  
 ESPUESO



CEDAZOS  
 #100 (0.150)  
 #20 (0.850)  
 #40 (0.425)  
 #60 (0.250)  
 #100 (0.150)  
 #200 (0.075)

Curva Granulométrica de la Arena "Boca del Río"  
(#24)

(24-3-59)

Colorimétrico: #1.

M.F. = 3.09

(Lim 2.7-3.1)

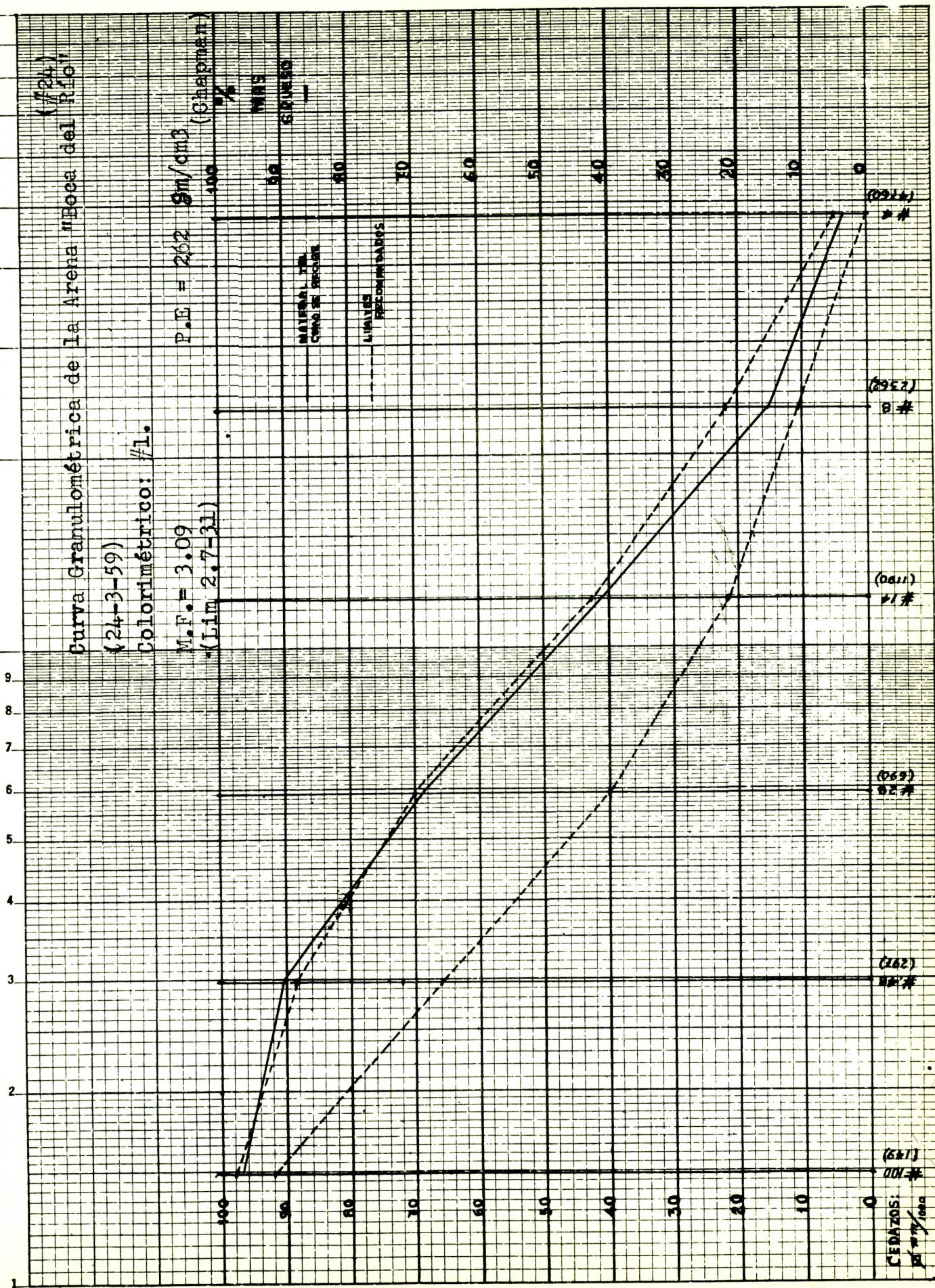
P.L. = 262 gm/cm<sup>3</sup>

(Chepman)

BASES DEL CONO DE SECCION

LIMITE RECOMENDADO

ESPESOR  
MM



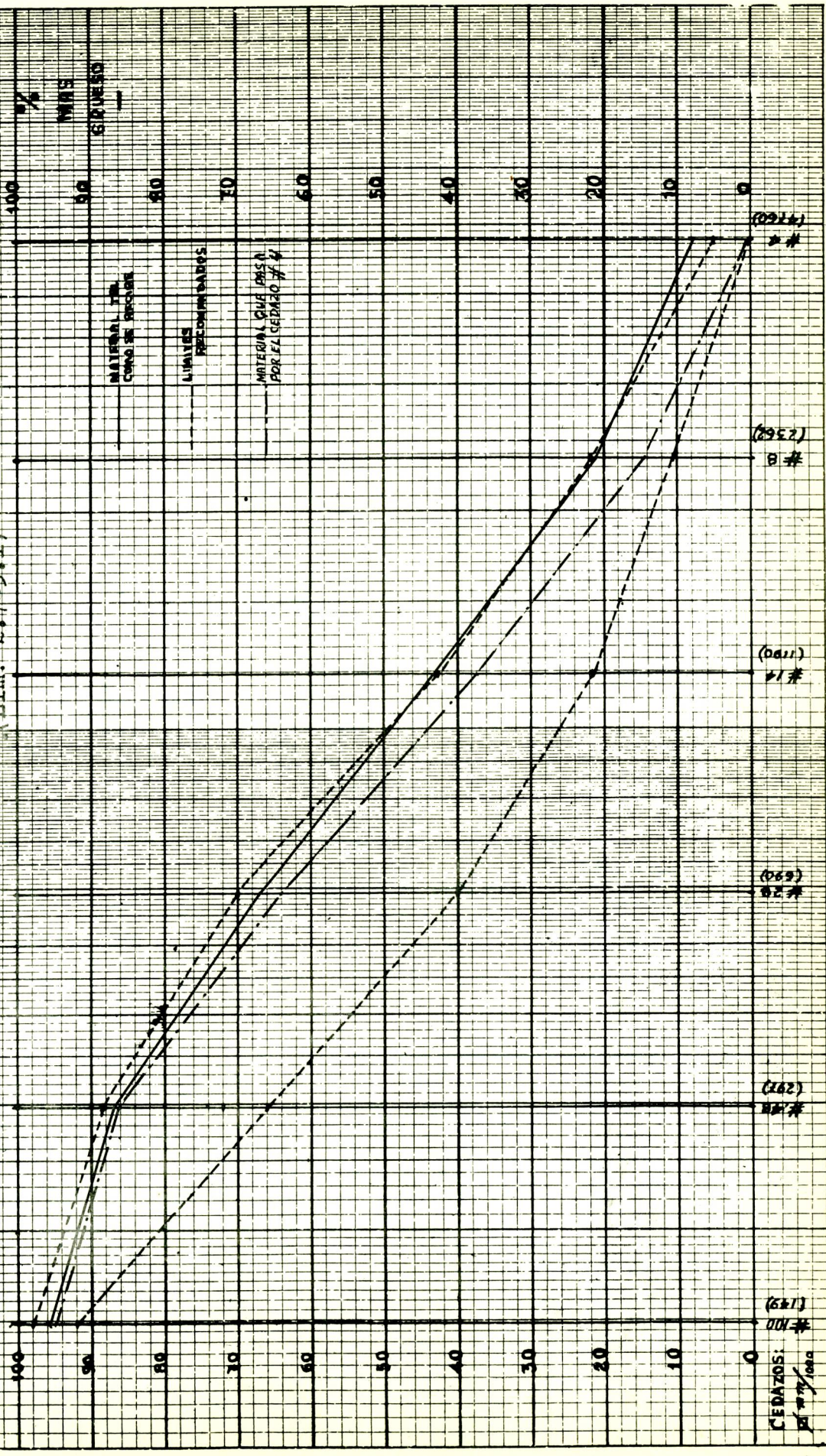
CEDAZOS:  
del 100% / 100%

(#19)

Curva Granulométrica de la Arena "Boca del Río"  
Colorimétrico: #1 (Transparente)

M.F. = 2.97  
(Lim: 2.7-3.1)

P.I. = 2.61 gm/cm<sup>3</sup> (B.H.)  
2.62 gm/cm<sup>3</sup> (Chapman)



(14-3-59)

CEDAZOS:  
#100

(282)  
#80

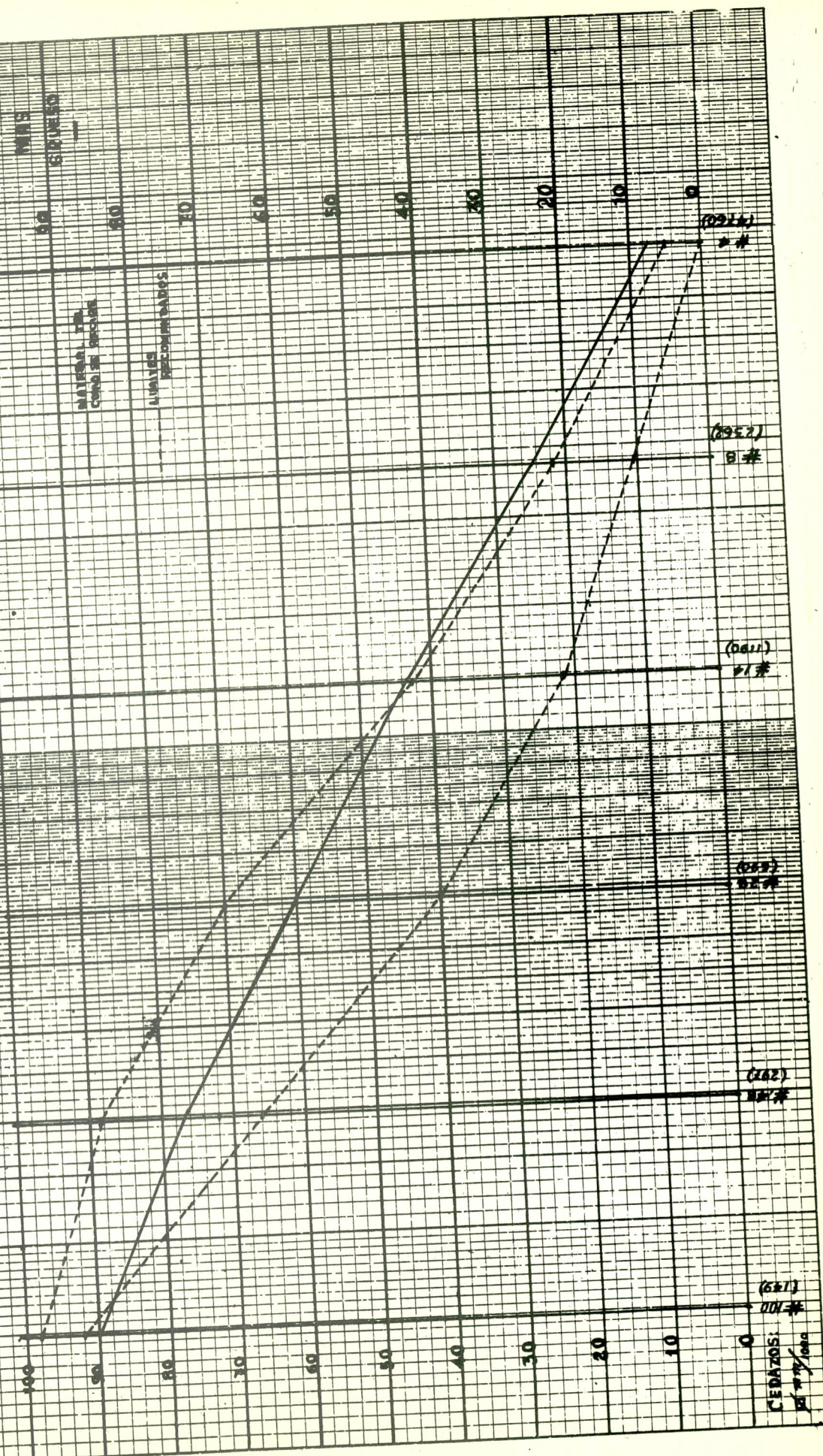
(599)  
#60

(611)  
#40

(256)  
#20

(2924)  
#10

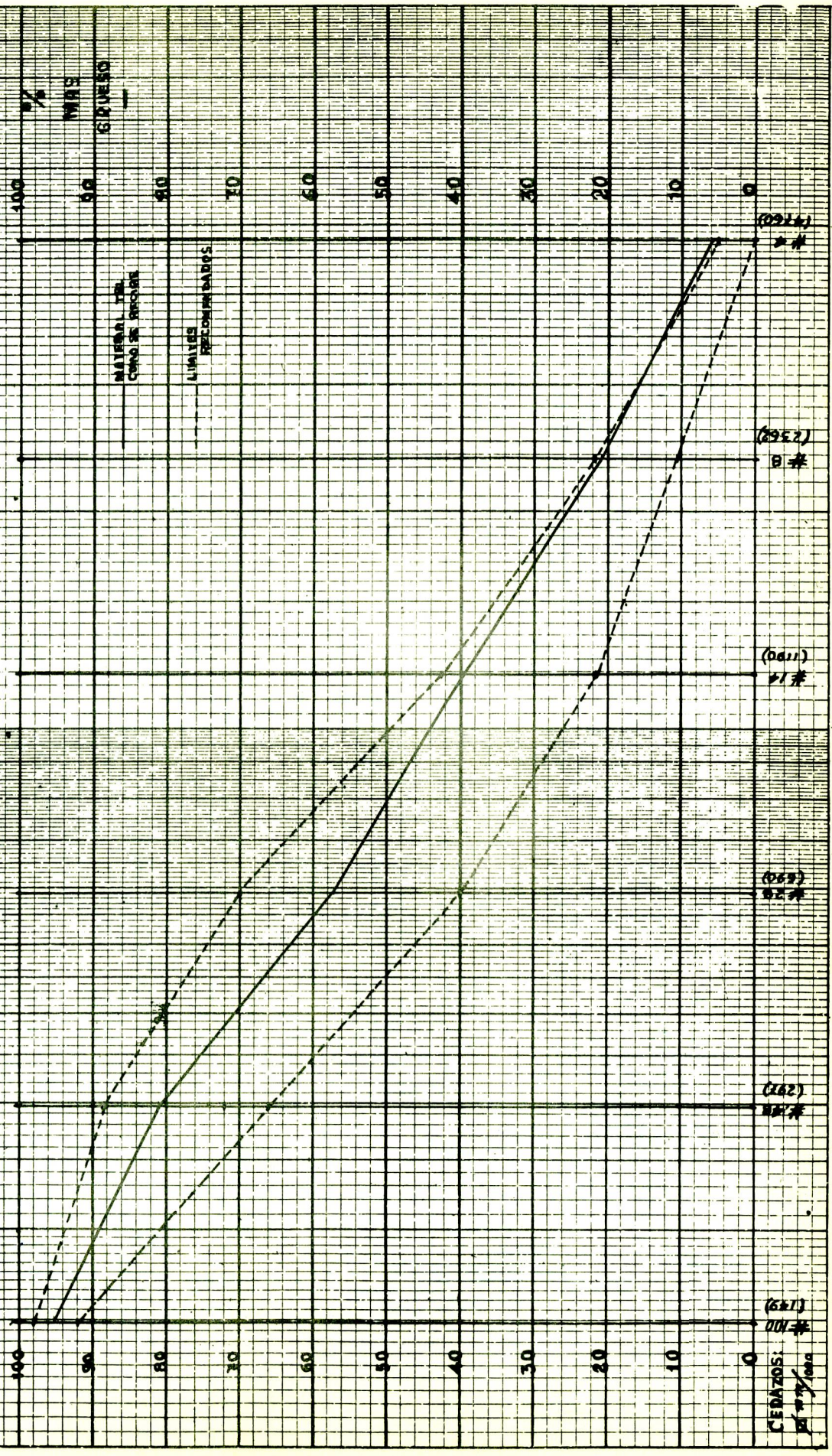
Ensayo Granulométrico de la Arena Merceday (Pola)  
 (2-11-59)  
 Módulo de Finura: 2.77  
 Colorimétrico: #1 → #2 (Chapman)  
 Peso Específico Ap. 2.59 GM/cm<sup>3</sup>



CERAZOS:  
 por 100 gms

Colorimétrico #1 (1745)  
 Módulo de Finura 2,82  
 Peso Esp Ab: 2.59 (Unapman)  
 Gm/cm<sup>3</sup>

Curva Granulométrica de la Arena "Maracay"  
 (Amarilla) (21-10-59)

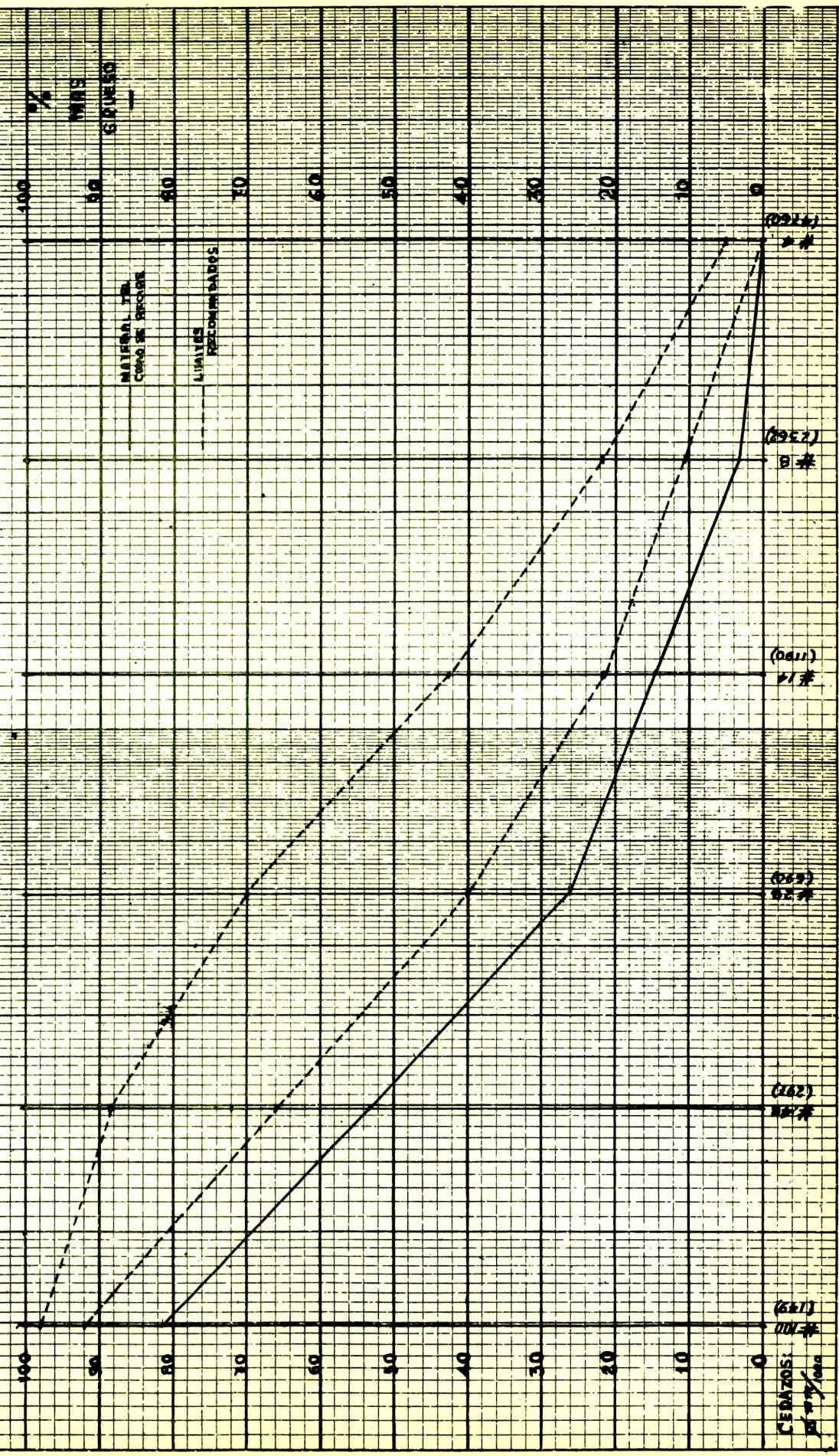


(1745)  
 (2352)  
 (6611)  
 (662)  
 (662)  
 (662)  
 (662)

Colorimétrico: 7.172  
 M.P.: 1.78  
 Pesp. Ap.: 2.60 g/m<sup>3</sup>

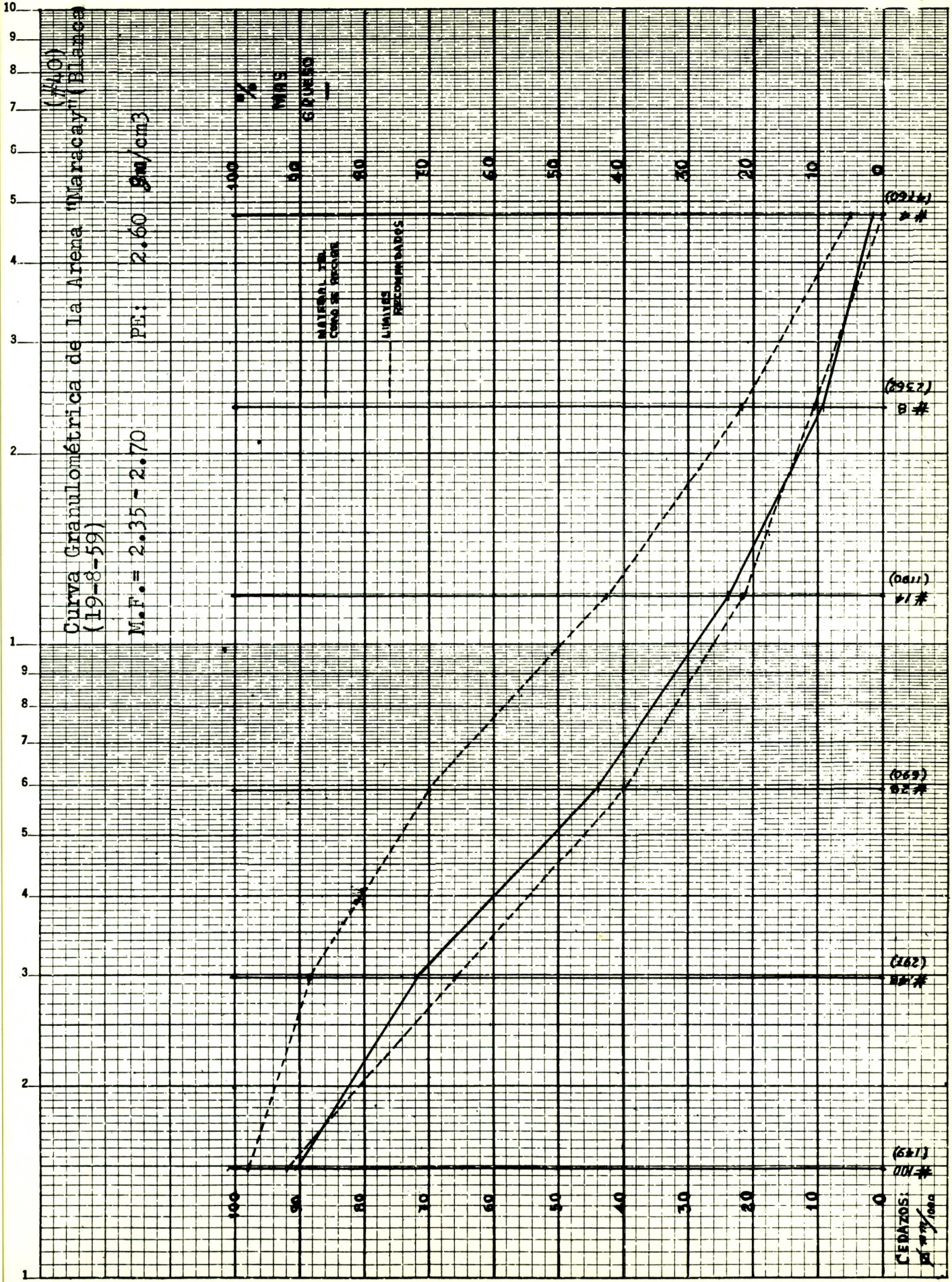
Curva Granulométrica de la Arena "Maracay" (Amarilla) (14-10-59)

Nota: Esta arena es excesivamente fina para usarla en concreto



Curva Granulométrica de la Arena "Maracay" (Blanca)  
(19-8-59)

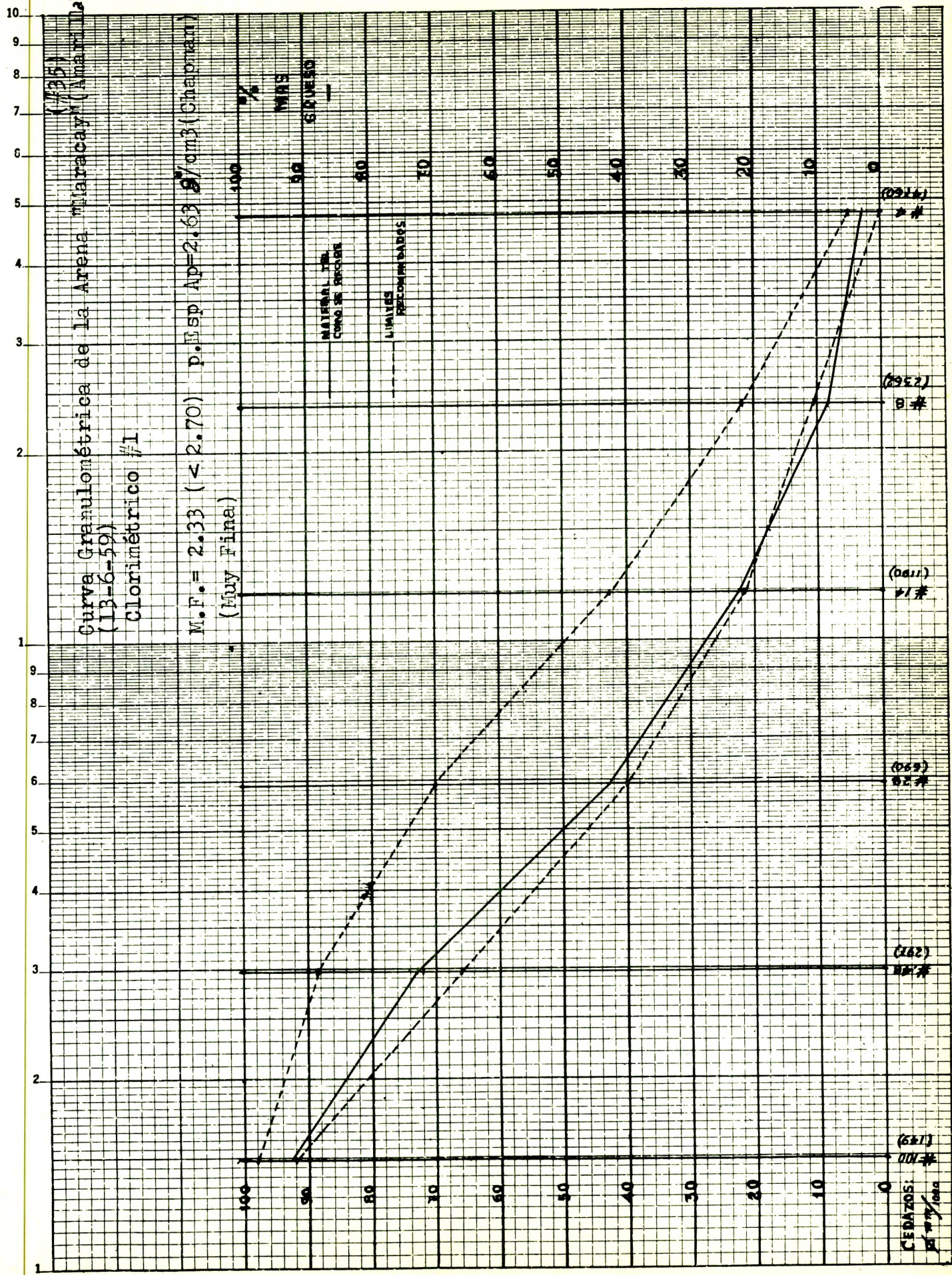
M.F. = 2.35 - 2.70      PE: 2.60 g<sub>m</sub>/cm<sup>3</sup>



CEDAZOS: 000 #

Curva Granulométrica de la Arena Maracay (Amarilla)  
 (13-6-59)  
 Clorimétrico #1

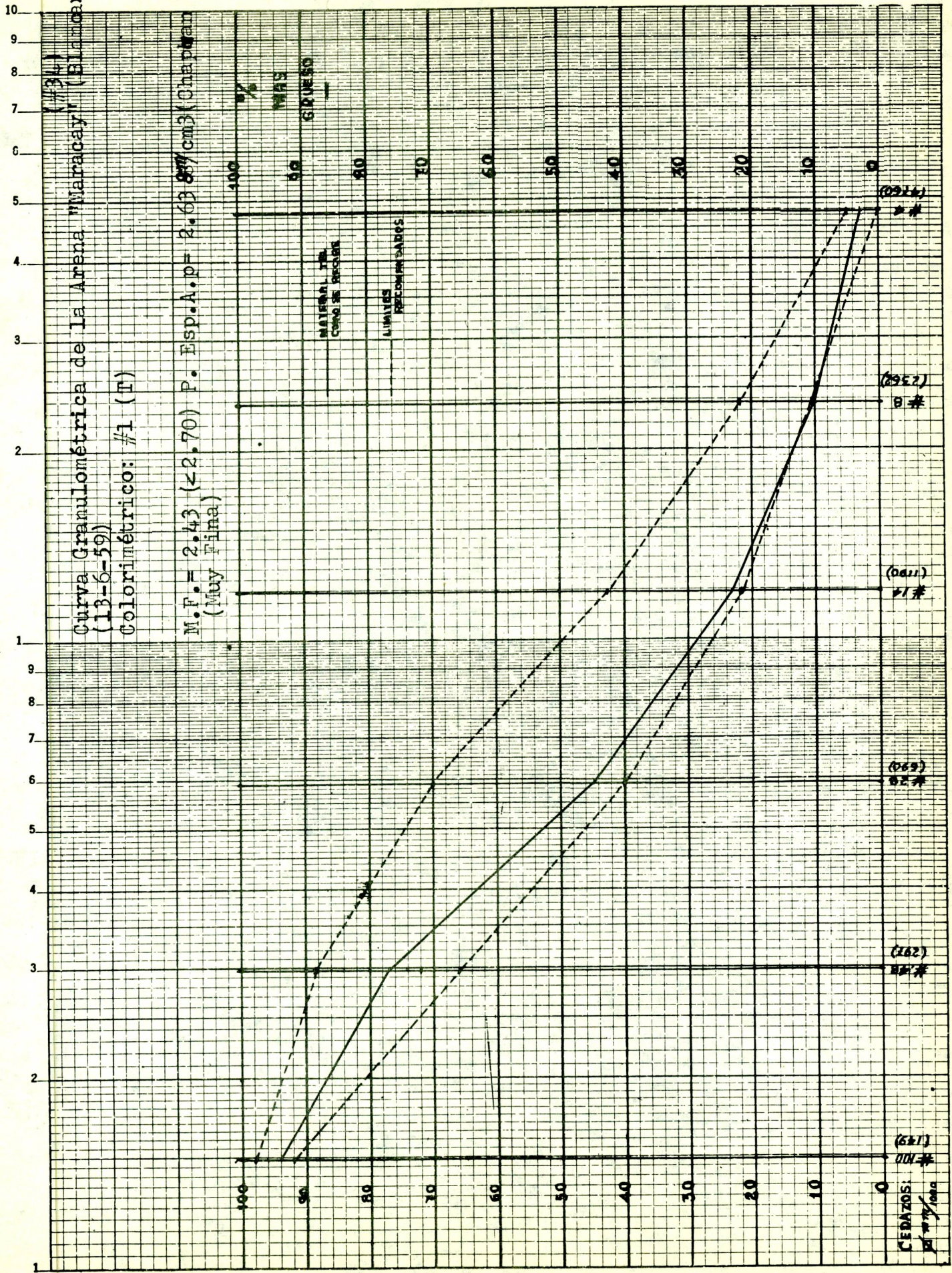
M.F. = 2.33 (< 2.70) p. Esp Ap = 2.63 g/cm<sup>3</sup> (Chapman)  
 (Muy Fina)



Curva Granulométrica de la Arena "Maracay" (Blanca)  
 (13-6-59)

Colorimétrico: #1 (T)

M.F. = 2.43 (<2.70) P. Esp.A.  $\rho = 2.63 \frac{g}{cm^3}$  (Chapman  
 (Muy Fina)



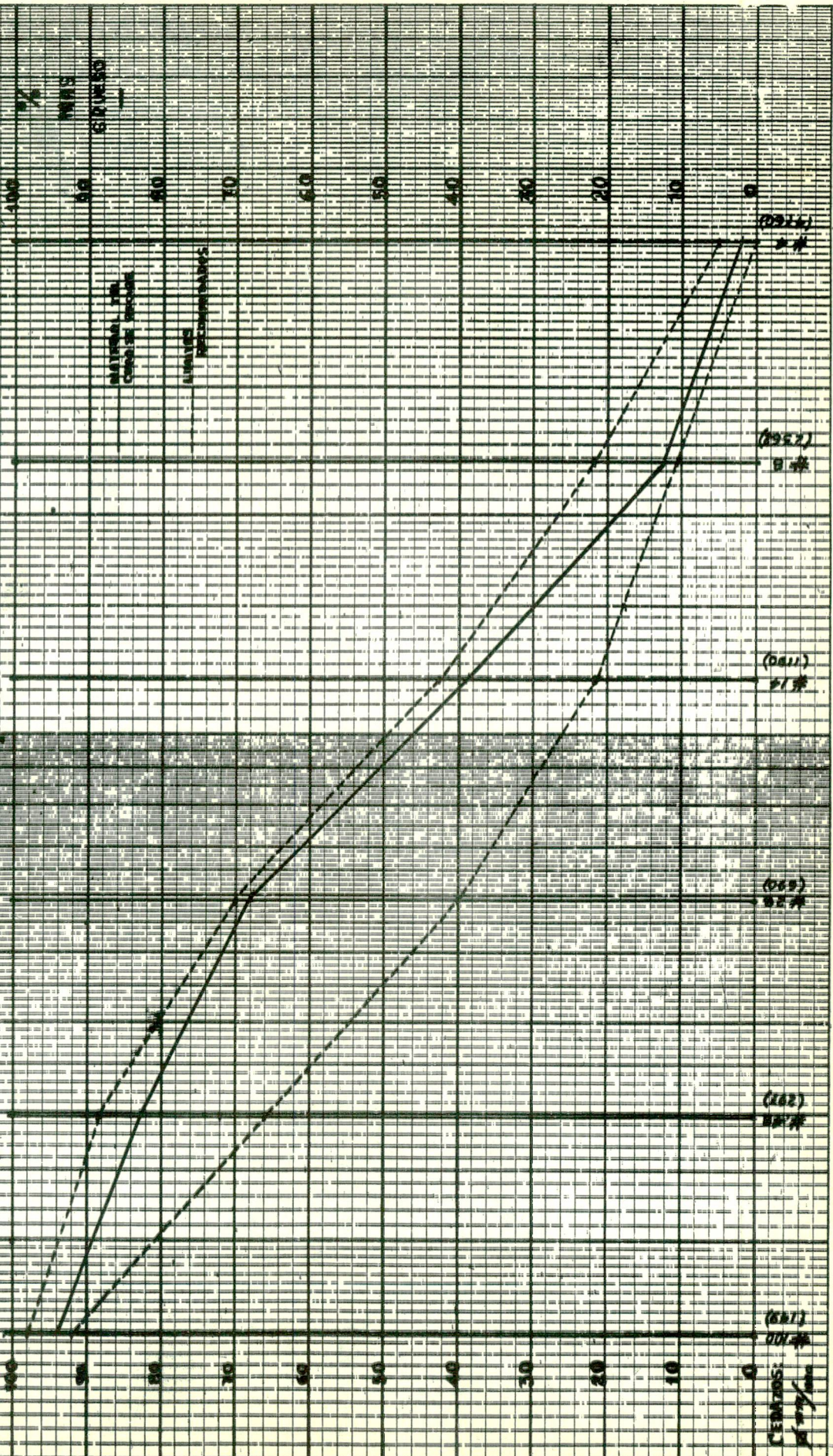
(233)

Curva Granulométrica de la Arena Maracay  
(6-6-59)

Colorimétrico Entre #1 y #2

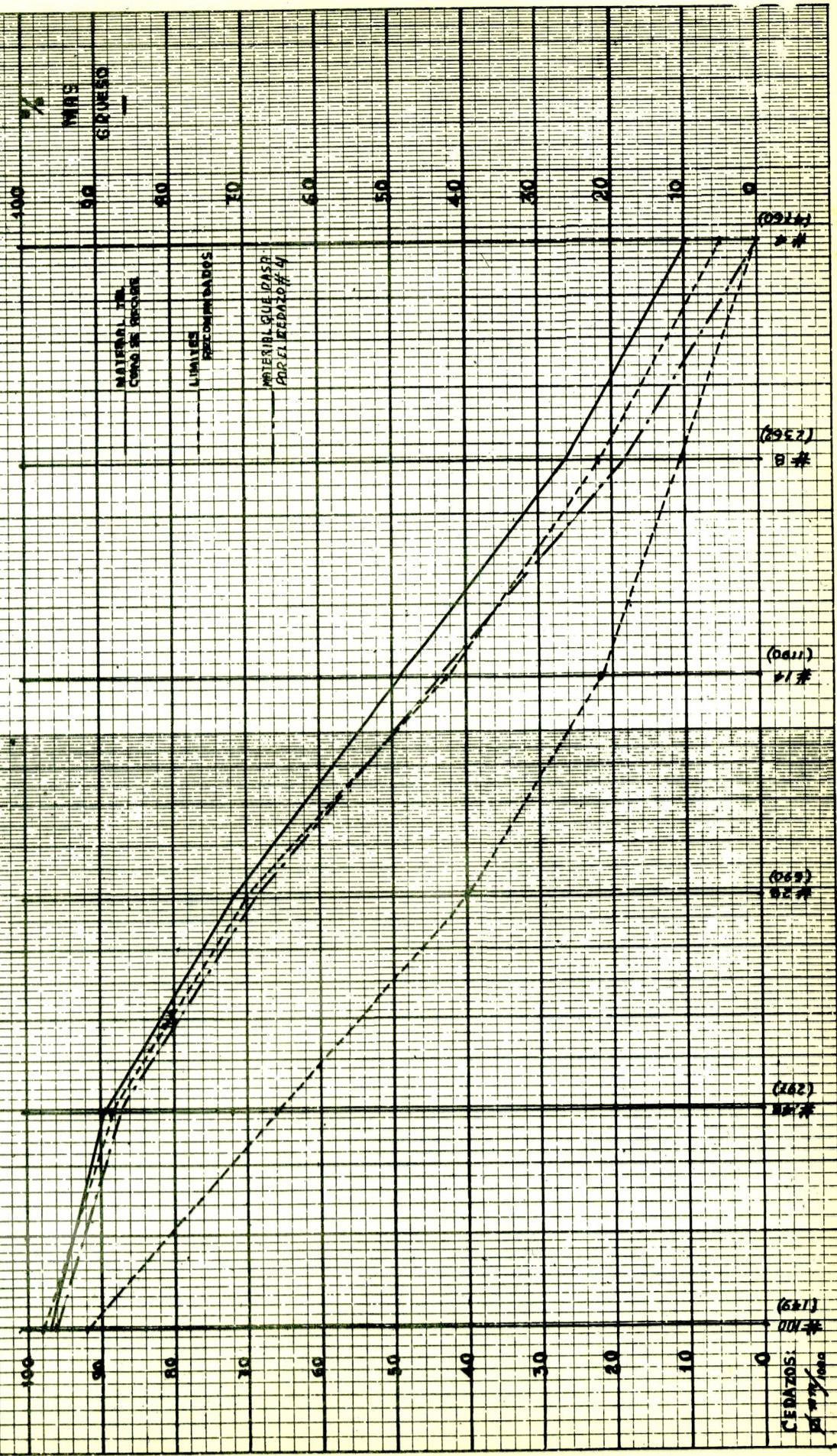
M.F. = 2.93

P.E. Apr 2.58 (Chapman)



Curva Granulométrica de la Arena "Maracay" (Hermes Mendoza)  
 H.F.L. = 3.15  
 P.E. = 2.60  $\frac{g}{cm^3}$  (Chapman)

Colorimétrico: #1.



(#17)

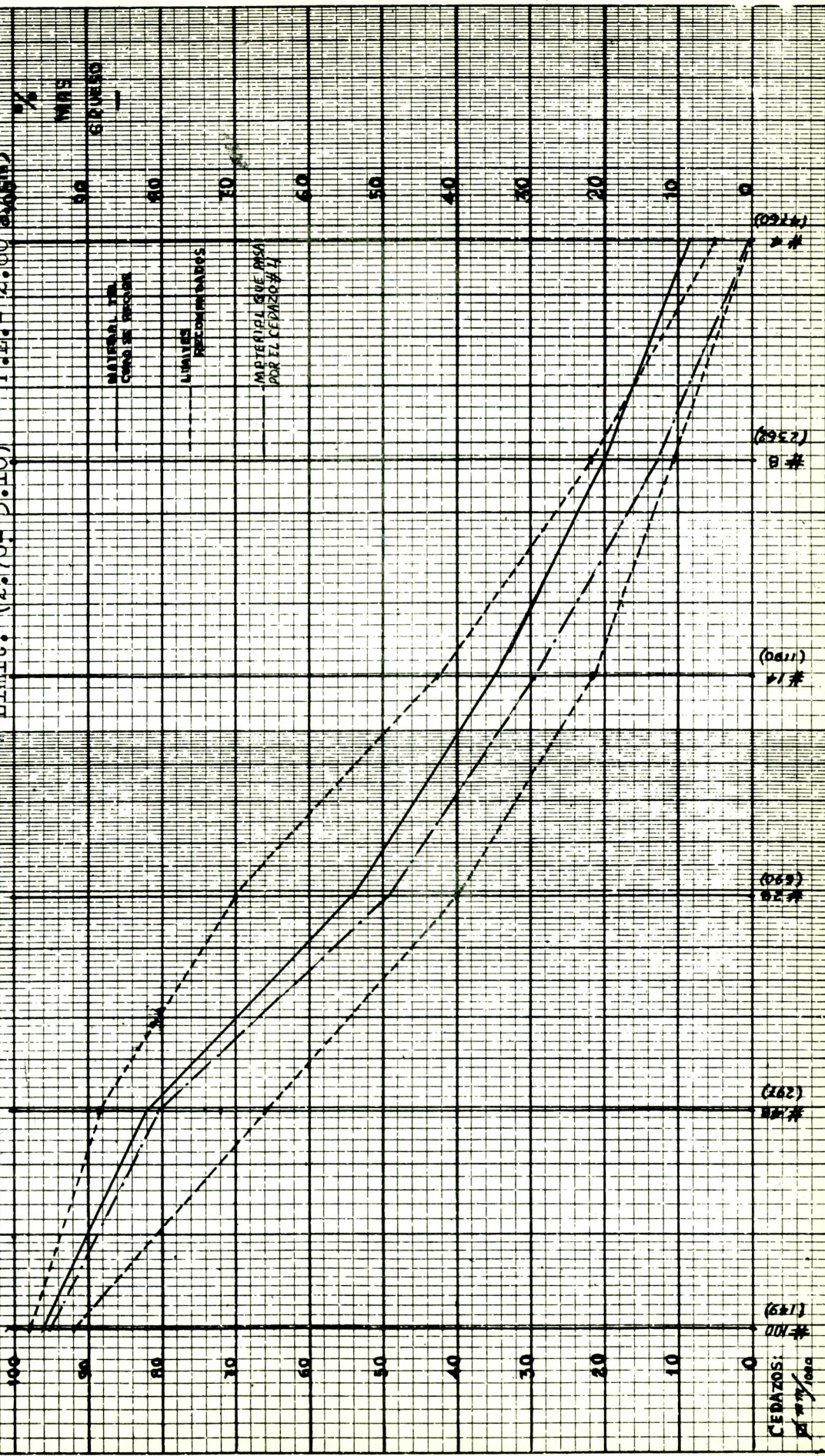
Curva Granulométrica de la Arena "Maracay"  
(Mina "San Vicente")  
(12-3-59)

Colorimétrico: #1 (Transparente)

M.F. = 2.67

Limit. (2.70-3.10)

P.F. = 2.60



CENIZAS: #17

(282)

(269)

(2952)

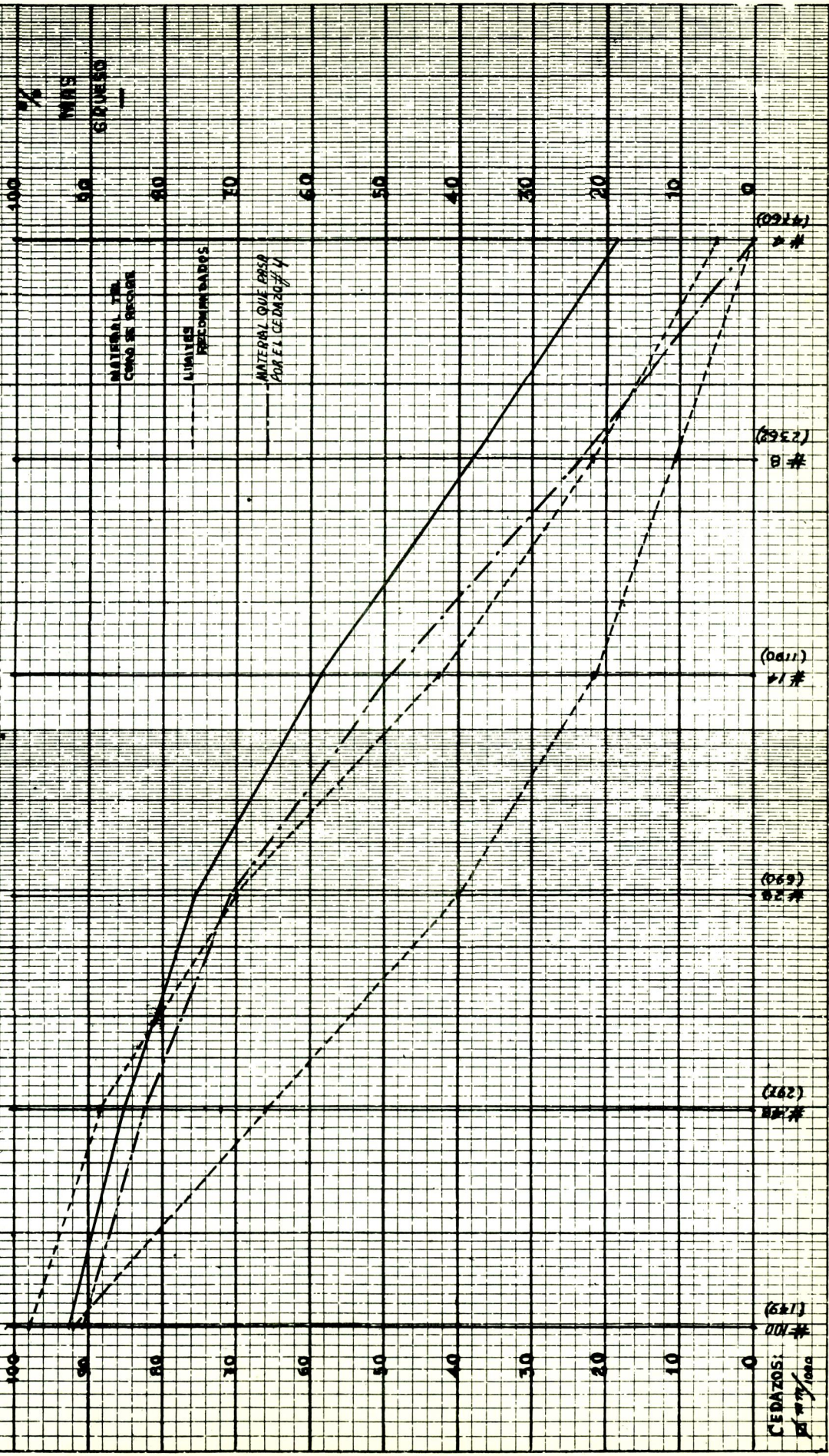
(2924)

Curva Granulométrica de la Arena "Las Adjuntas"  
(12-3-56)  
(#16)

Colorimétrico: #1

M.F. = 3.17  
(Lím 2.70-3.10)

P.E.=257 (Prasco Chapman)  
P.E.=252 g/cm<sup>3</sup> (Bal. Hidrostatica)



CEDAZOS:  
000 #

(517)  
000 #

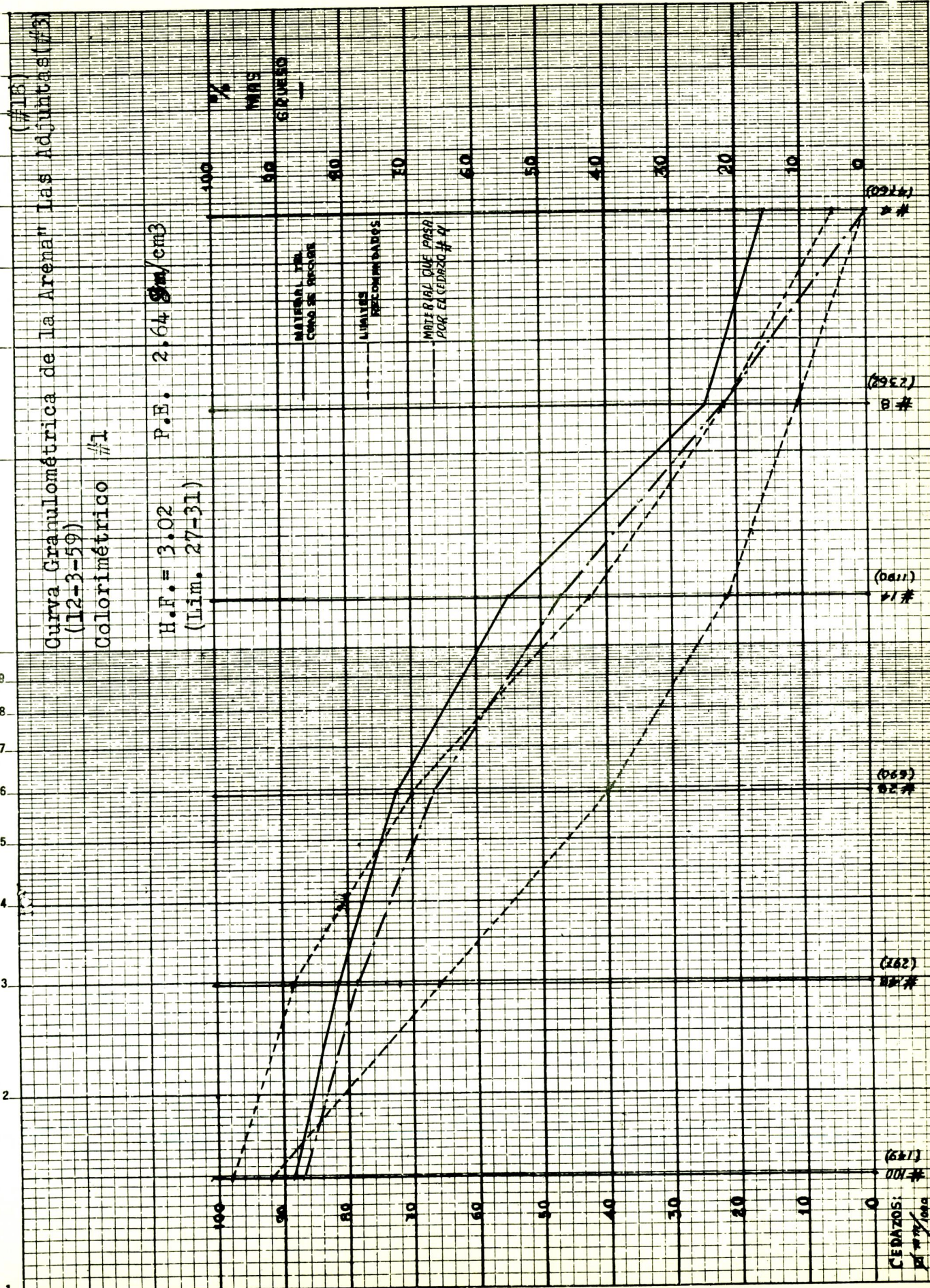
(162)  
000 #

(569)  
000 #

(0611)  
000 #

(2957)  
000 #

(2914)  
000 #



Curva Granulométrica de la Arena "Las Adjuntas" (#3)  
 (12-3-59)  
 Colorimétrico #1

H.F. = 3.02  
 (Lim. 27-31)  
 P.E. = 2.64 gm/cm<sup>3</sup>

100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0

100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0

MATERIAL DEL  
CUAL SE RECORRE

LIMITE  
RECOMENDADO

MATERIAL QUE PASA  
POR EL CEBAZO # 91

CERAZOS:  
#1 #

(262)  
#1 #

(265)  
#2 #

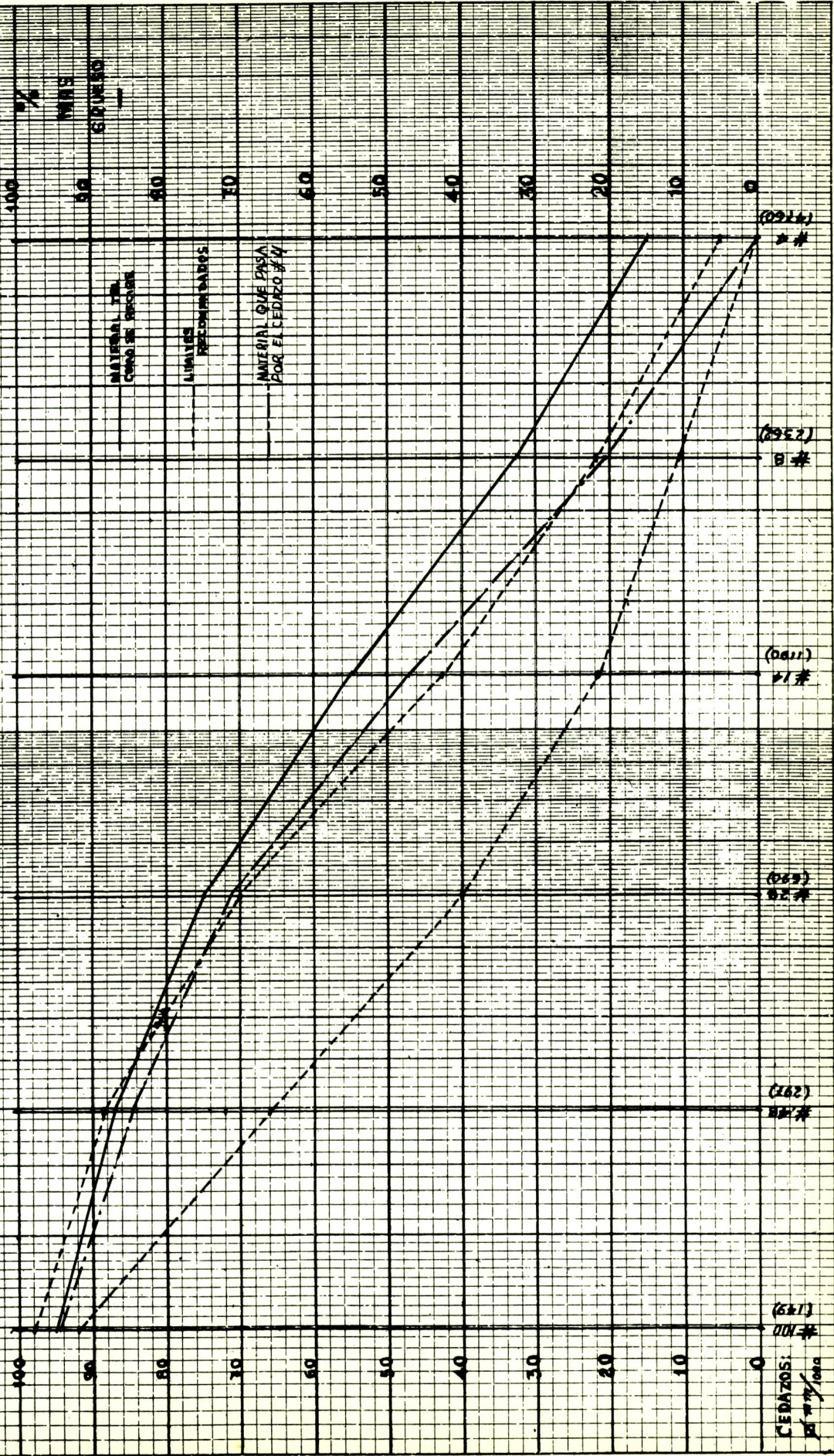
(2611)  
#1 #

(2652)  
#1 #

(2626)  
#1 #

Curva Granulométrica "Las Adjuntas" (#2) - Bis  
 (12-3-59) Lavada en el Laboratorio  
 Colorimétrico #1 M.F. = 3.18 P.E. = 262 g/cu3 (b. Hidro  
 tática)

(Lim: 27-31)



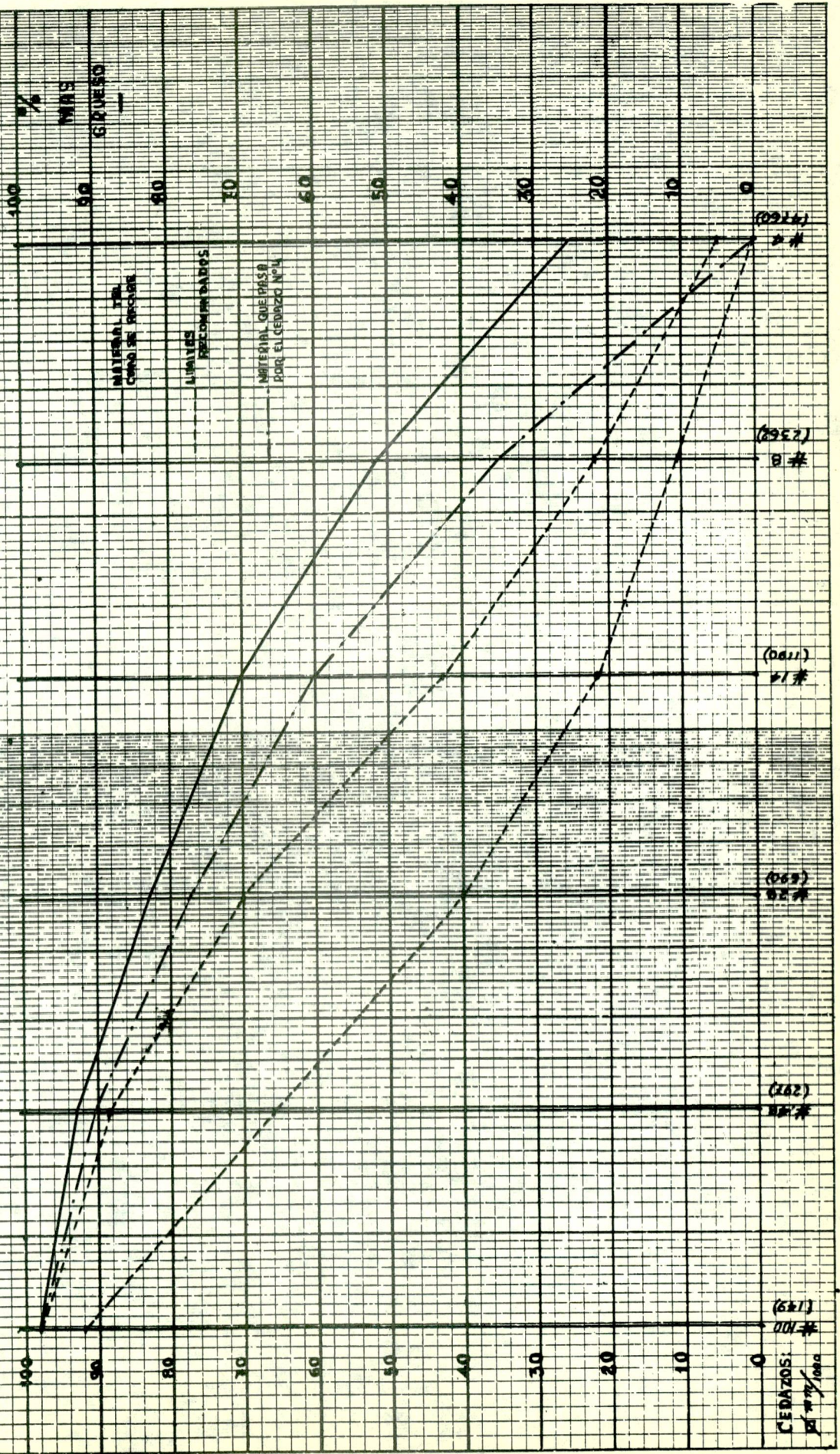
(#51)

Ensayo Granulométrico de la Arena "Las Peñitas"  
(30-10-59)

Módulo de Finura 3.60 (>3.10)

Colorimétrico: # 1 -> # 2

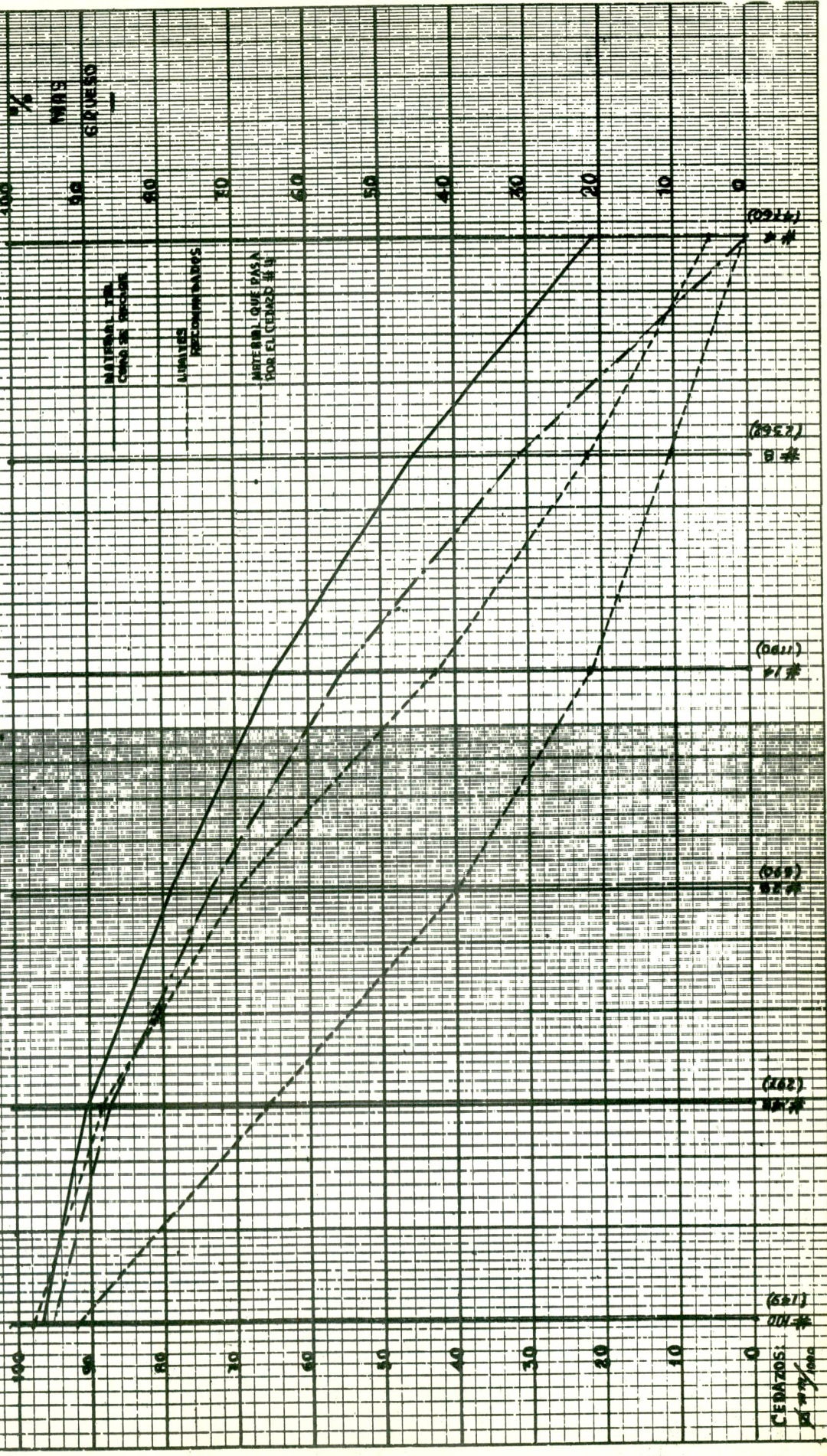
Peso Específico: Ap. 262 gm/cm<sup>3</sup> (Chapman)



(#53)

Ensayo Granulométrico de la arena "Las Tejeras"  
(2-11-59)  
Módulo de Finura: 3,43 (>3.10)

Colorimétrico: #1 → #2  
Peso Específico: 2.64 GM/cm<sup>3</sup>.



(521)  
MESH

(162)  
MESH

(559)  
MESH

(2611)  
MESH

(2952)  
MESH

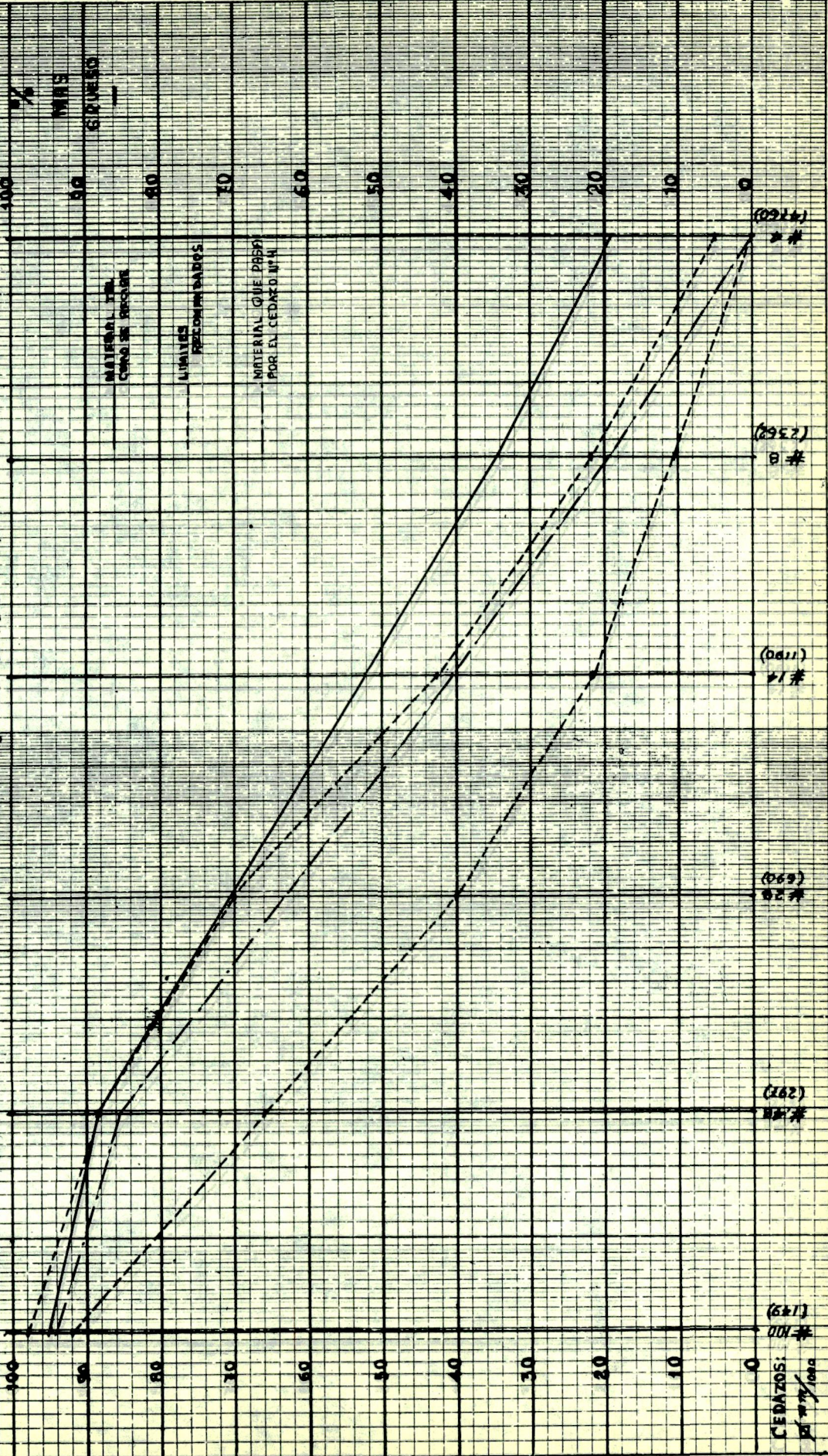
(2924)  
MESH

CEROSOS:  
%  
100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0

(#11)

Curva Granulométrica de la Arena "La Vega (NPI)"  
(10-3-59)

Colorimétrico: #2 3: Hay Sust. Orgánicas  
M.F. = 3.10 (Lim. 2.7-3.1) P.E. = 2.61 97cm<sup>3</sup>



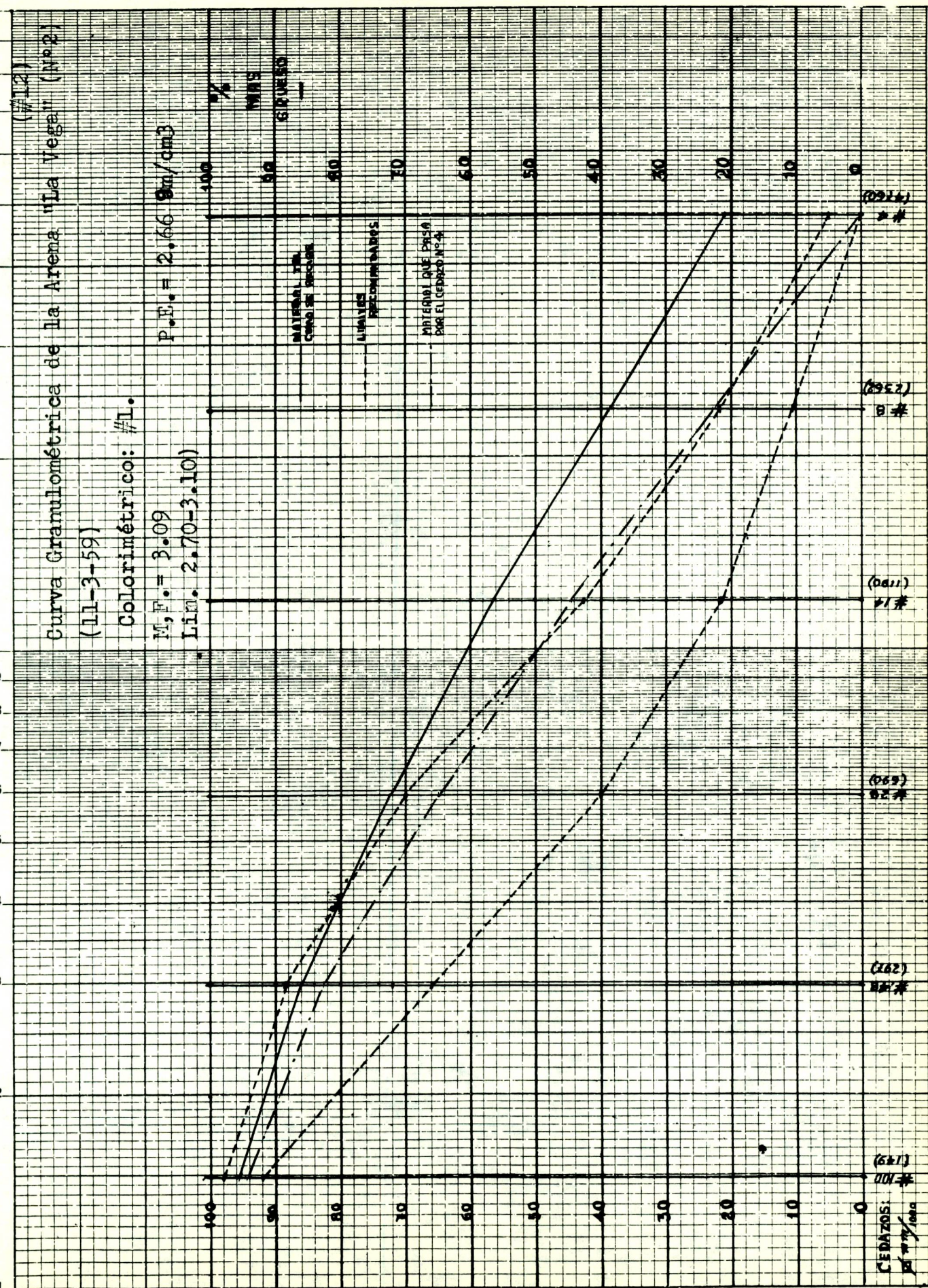
Curva Granulométrica de la Arena "La Vega" (Nº 2)  
 (11-3-59)

Colorimétrico: #L.

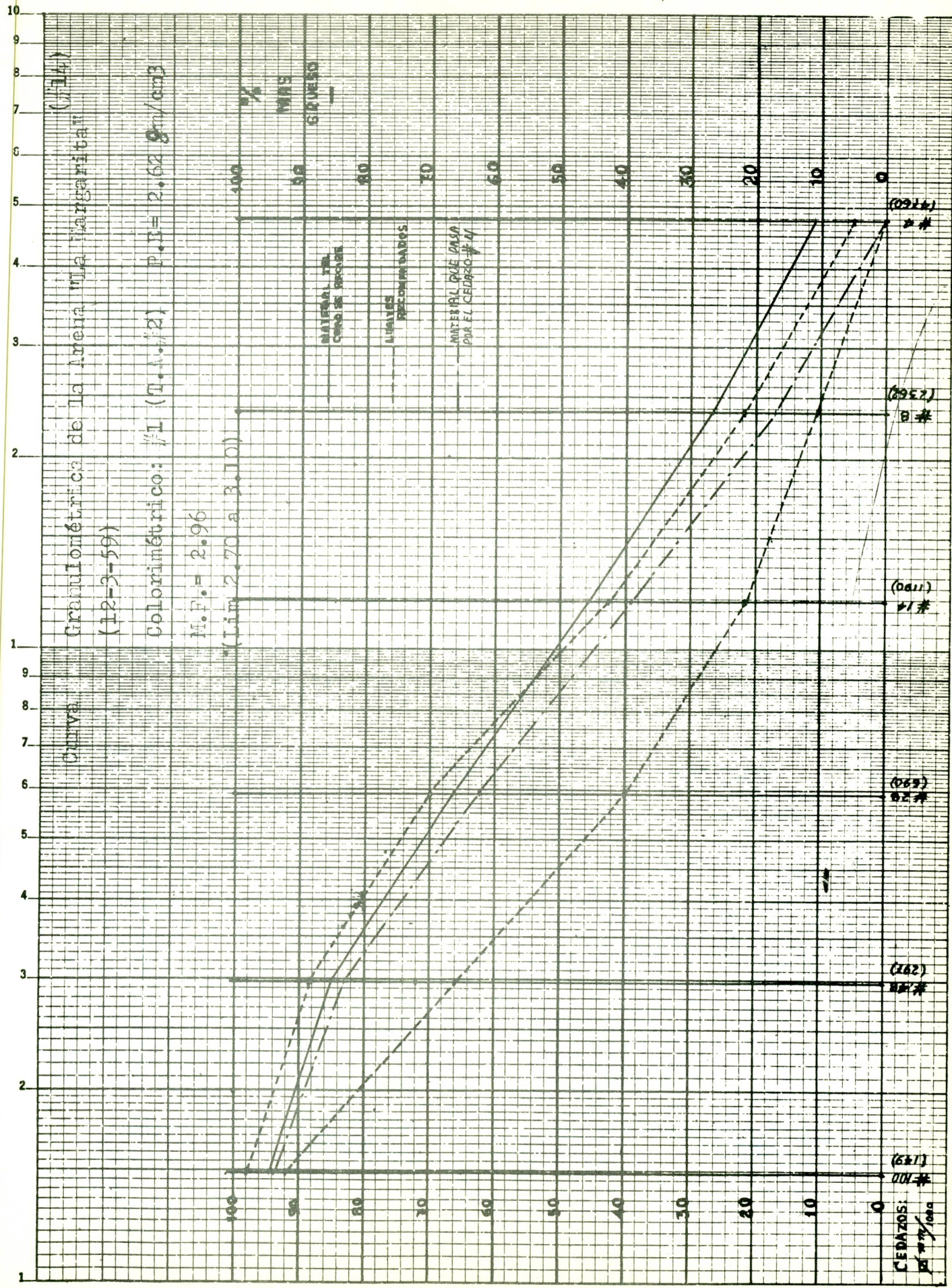
M.F. = 3.09

Lim. 2.70-3.10

P.F. = 2.66 g/dm<sup>3</sup>



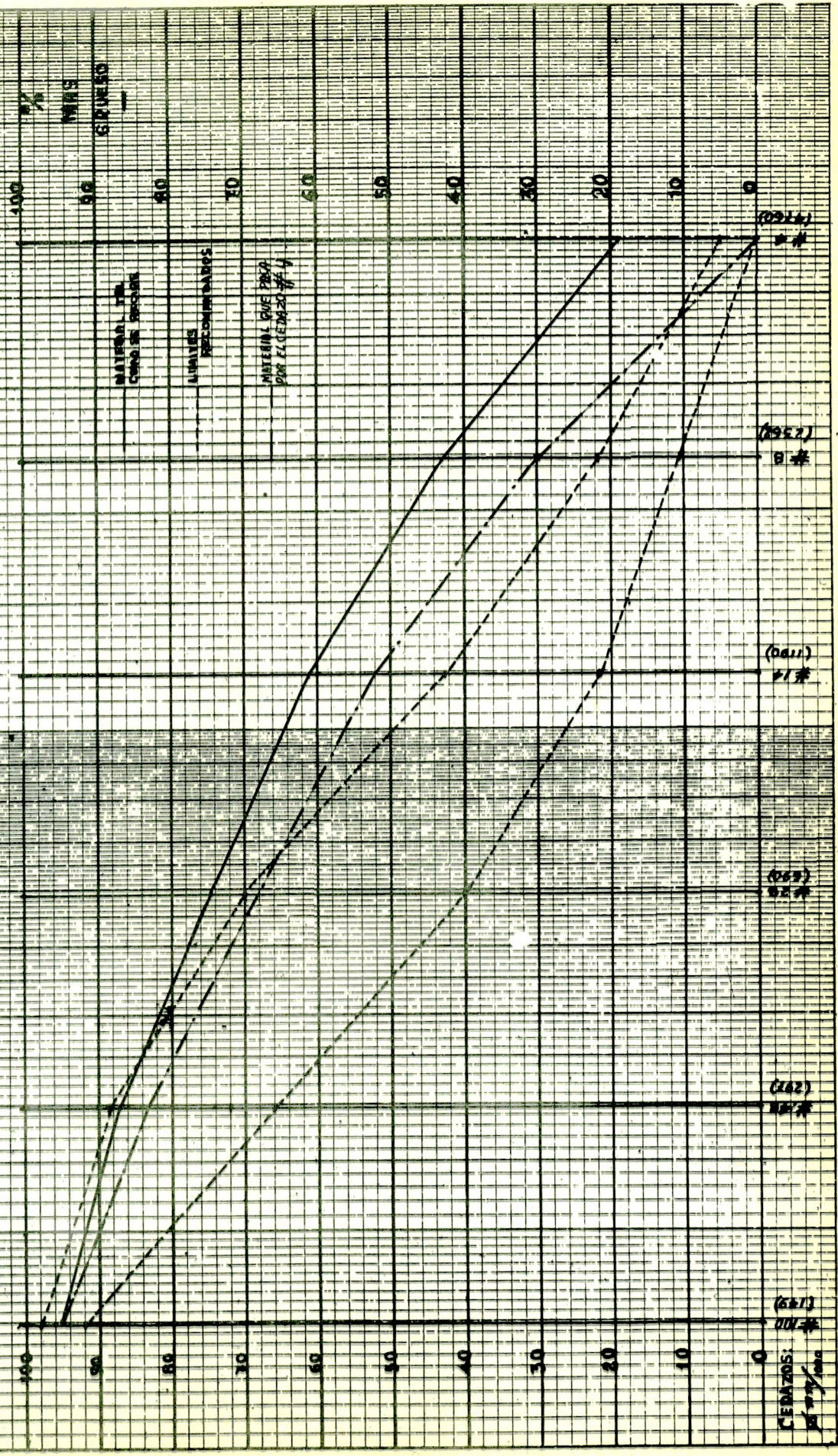
Curva Granulométrica de la Arena "La Margarita" (114)  
 (12-3-59)  
 Colorimétrico: #1 (T.A. #2) P.L. = 2.62 gm/cm<sup>3</sup>  
 M.F. = 2.96  
 (Lim 2.70 a 3.10)



(739)

Curva Granulométrica de la Arena  
 "Santa María" (13-8-59)  
 M.P. = 3.28 P.E.A. = 256 Gm/cm<sup>3</sup>  
 Colorimétrico: #1  
 Sulfatos: Urazas

(Chapman)  
 Negativo.-



(2924) #1

(2352) #1

(2611) #1

(259) #2

(262) #1

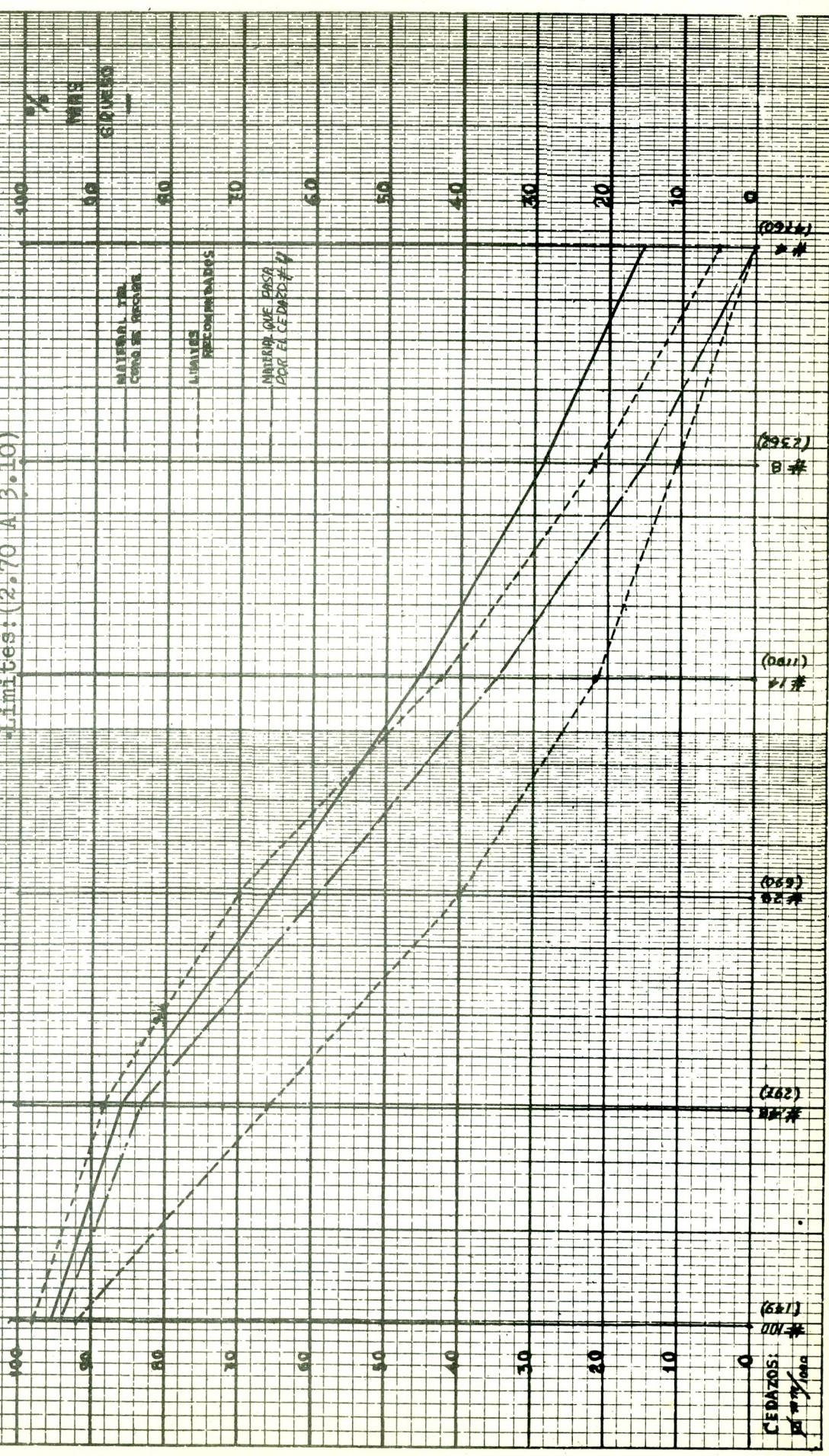
(2613) #1

CIEBAS:  
 #1  
 #2

(#13)  
 Curva Granulométrica de la Arena "El Paraíso"  
 10-3-59

Colorimétrico #1 (tiende al #2)

M.F. = 2.88  
 P.E. = 2.64 gm/cm<sup>3</sup>  
 Límites: (2.70 A 3.10)



(#20)

Curva Granulométrica de la Arena "Bl Tuyn"  
(LB-3-59)

Colorimétrico: #2. Hay Materia Orgánica

M.F. = 3.52  
(Lima 2.7-3.1)

P.L. = 2.68 gm/cm<sup>3</sup>

%

MMRS

ESQUEZO

MATERIAL TO  
CERRAR SECUR

LIMITE  
RECOMENDADO

MATERIAL DE PASA  
POR EL CEPAL #14

CEDAZOS:  
0.075/1mm

(62)

(62)

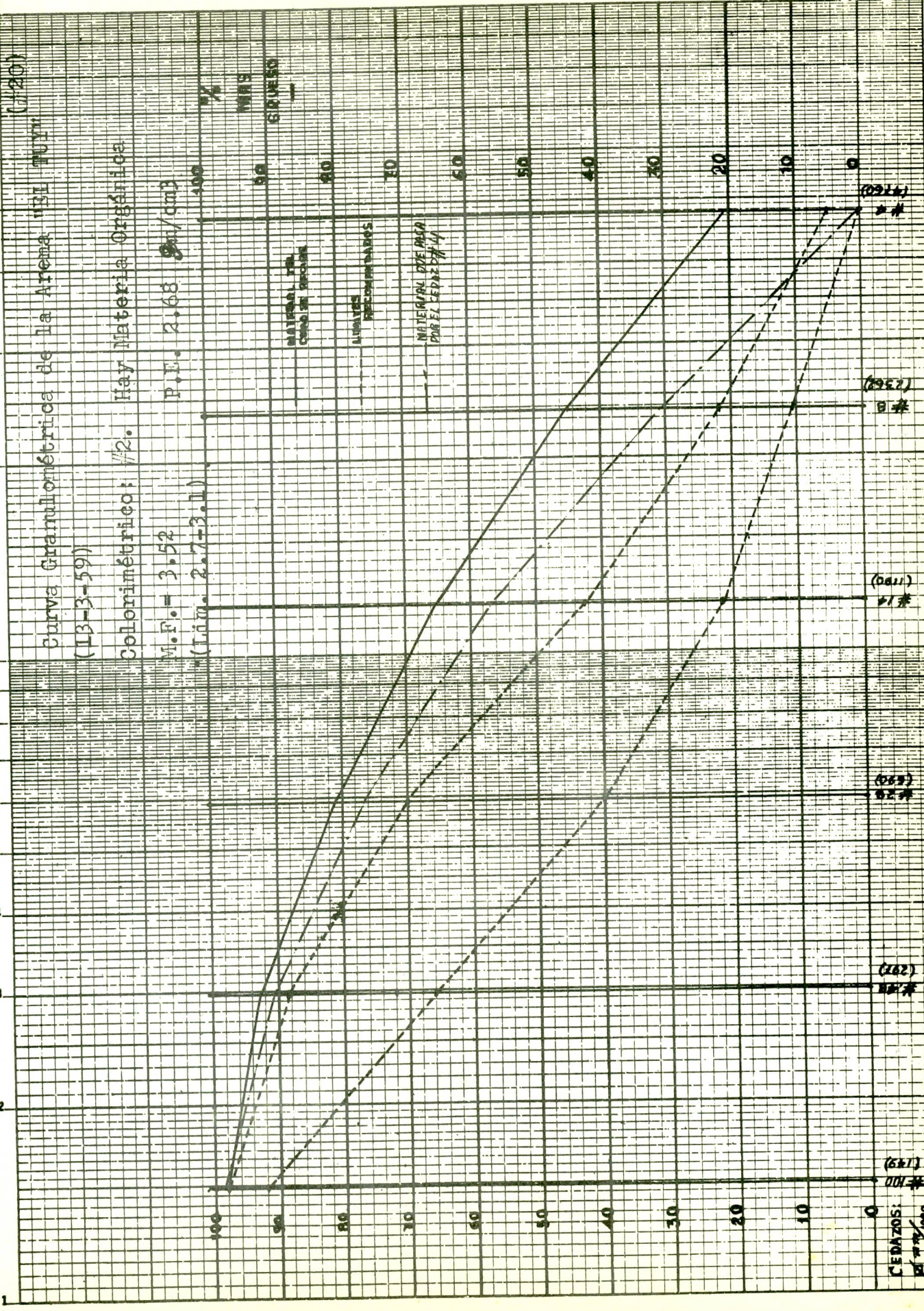
(62)

(62)

(62)

(62)

10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1



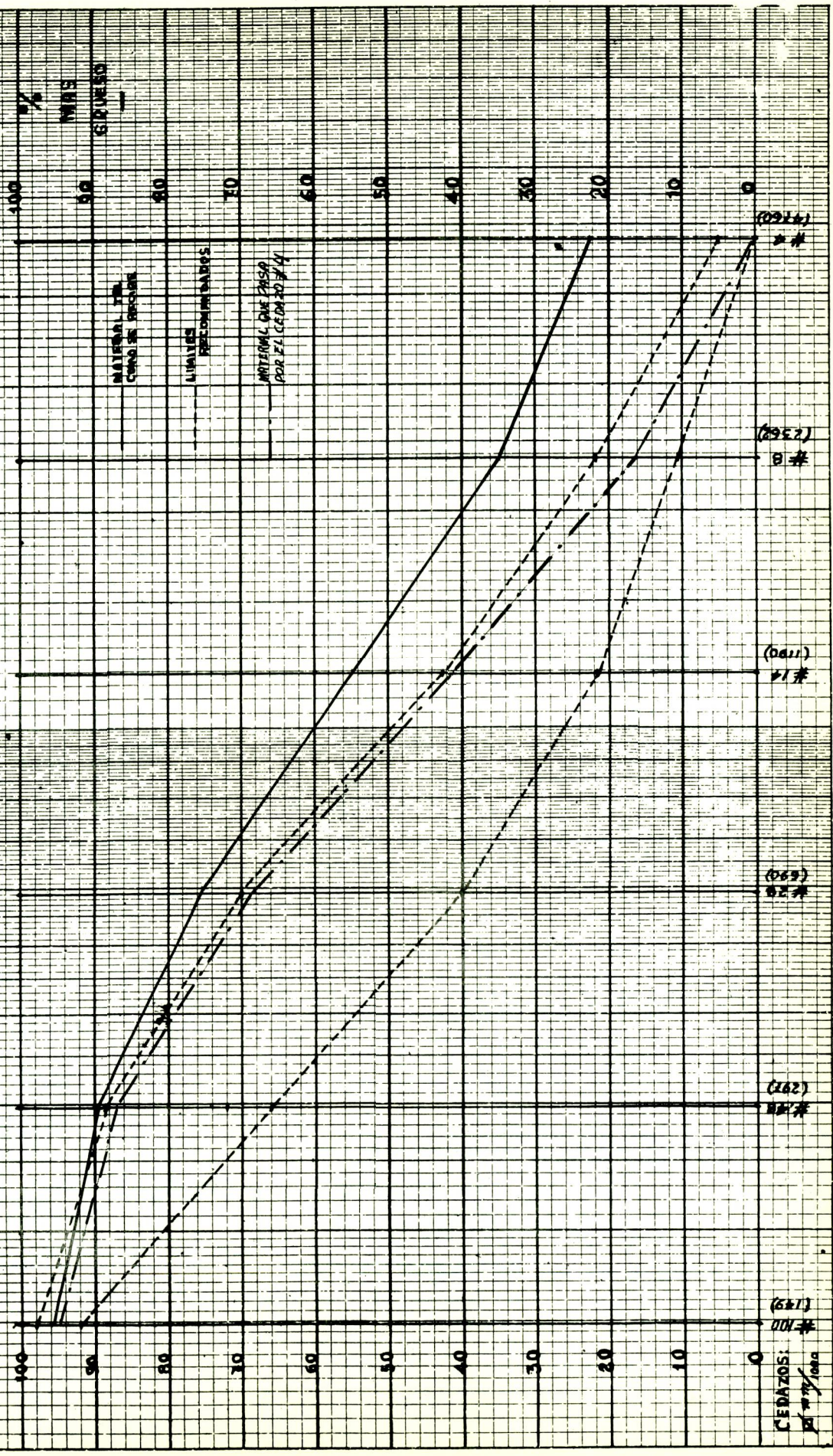
Curva Granulométrica de la Arena  
 (25-5-59)  
 Colorimétrico: Entre #1 y #2

"Alfa-Beta"

P.E. Ag-262 Chapman

M.F. = 3.08

(#32)

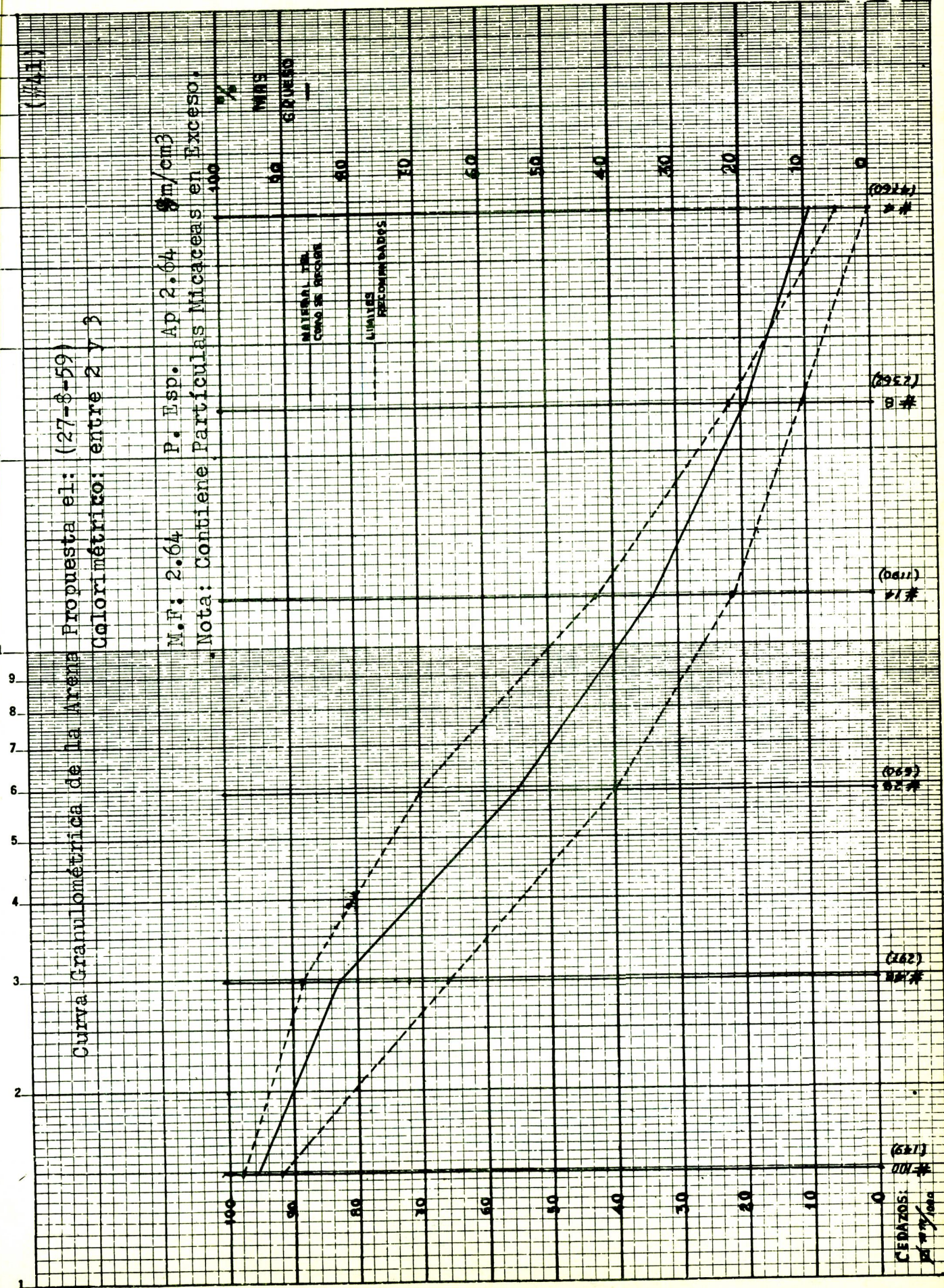


Curva Granulométrica de la Arena Propuesta el: (27-8-59)  
 Colorimétrico: entre 2 y 3

M.F: 2.64 P. Esp. Ap 2.64 gm/cm<sup>3</sup>

Nota: Contiene Partículas Micaceas en Exceso.

(741)



(8924)

(8952)

(8611)

(869)

(262)

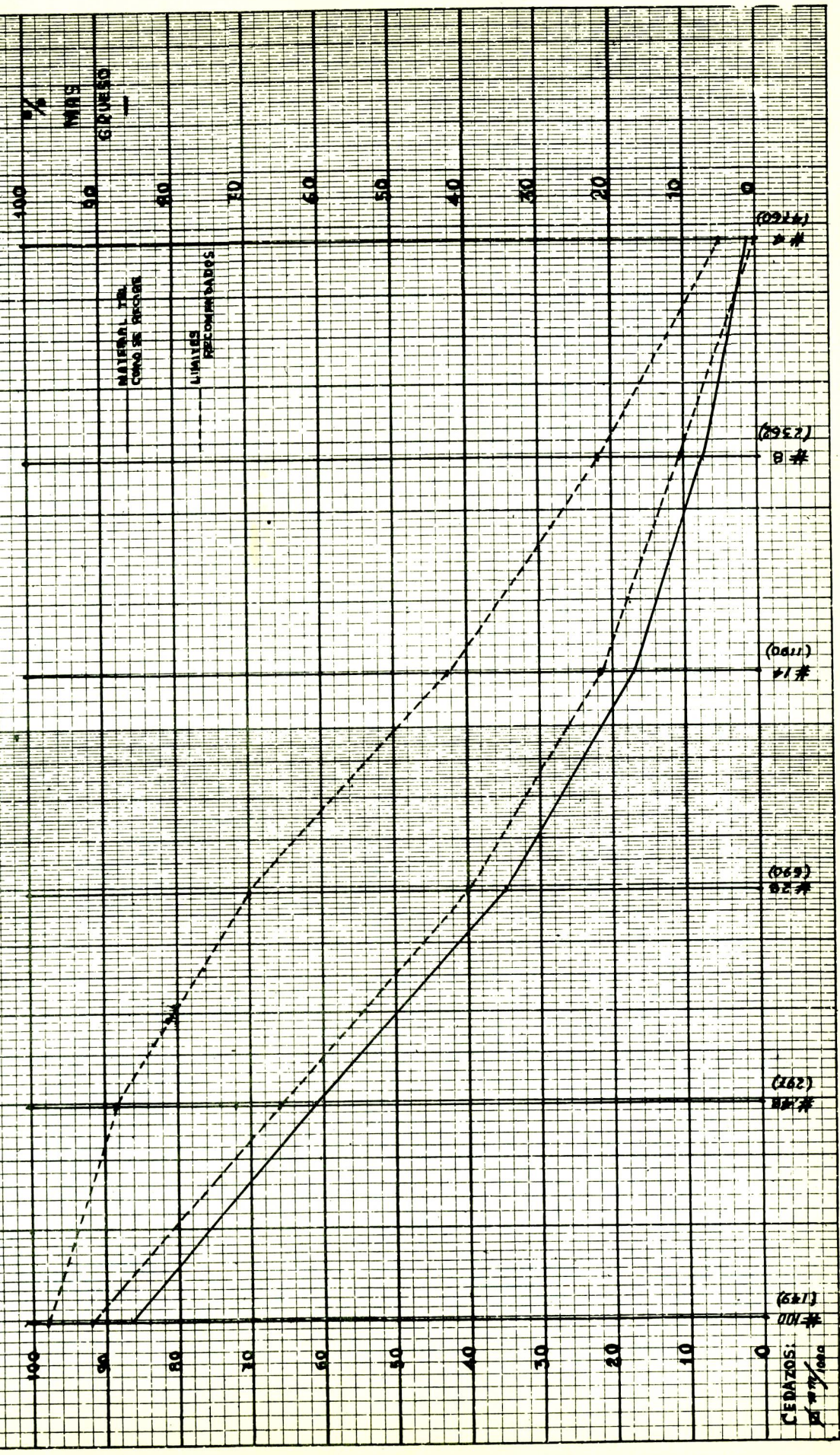
(571)

CERAZOS: %  
 MMS

10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2

(#48)  
 Ensayo Granulométrico de la Arena usada en  
 Los Frisos de Los Locales de Exposición  
 Muestra #1 (22-10-59) M.F. 2.09

Colorimétrico: #1



(#49)  
 Ensayo Granulométrico de la Arena Usada en  
 los Frisos de los Locales de Exposición

Muestra #2 (22-10-59) m.p. = 2.3%

Colorimétrico: #1.4

100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0

100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0

MATERIAL EN  
CADA SE. PROCES.

LÍMITES  
RECOMENDADOS

CERAZOS  
del 100%

(581)  
000%

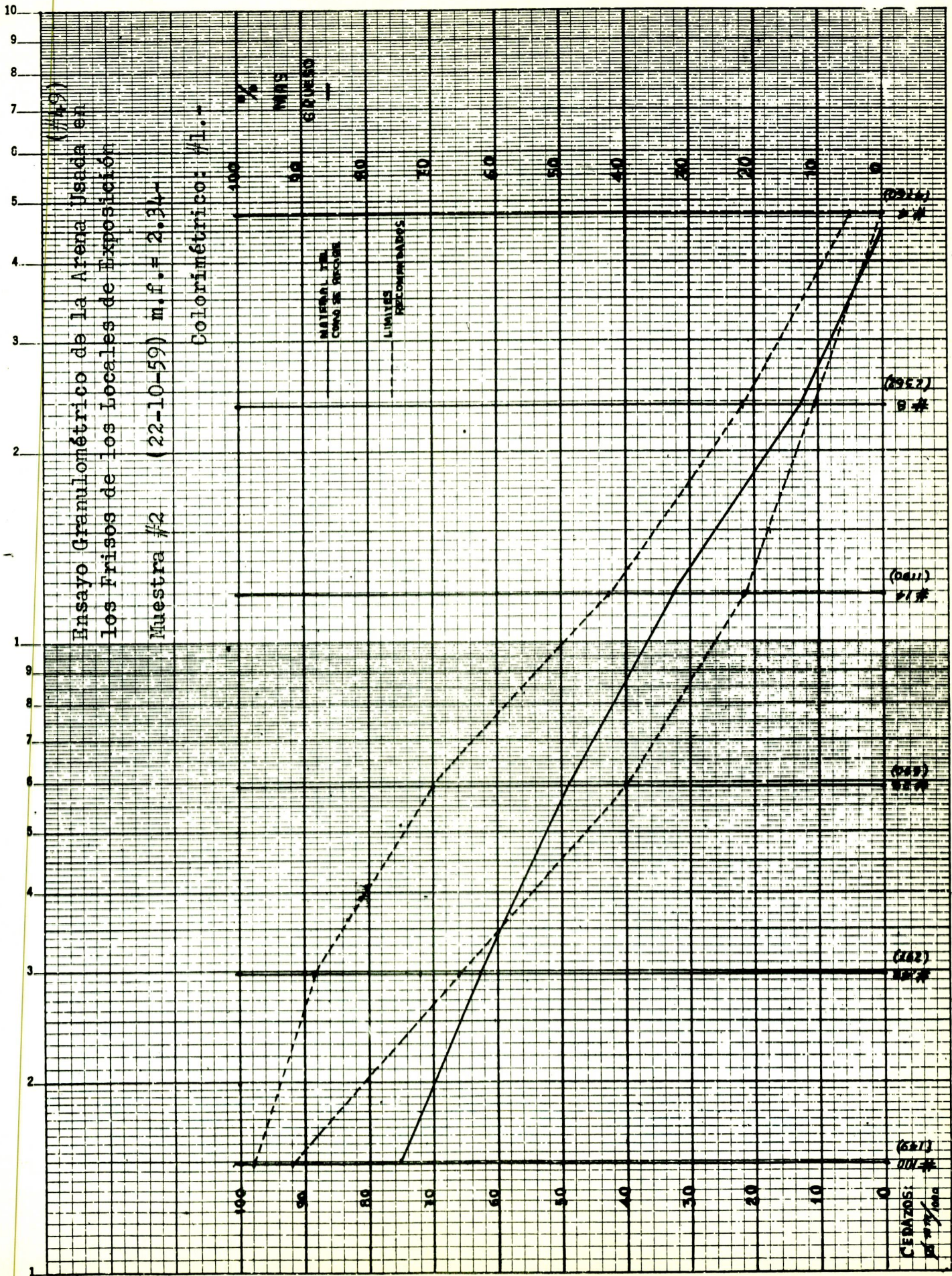
(582)  
000%

(583)  
000%

(584)  
000%

(585)  
000%

(586)  
000%

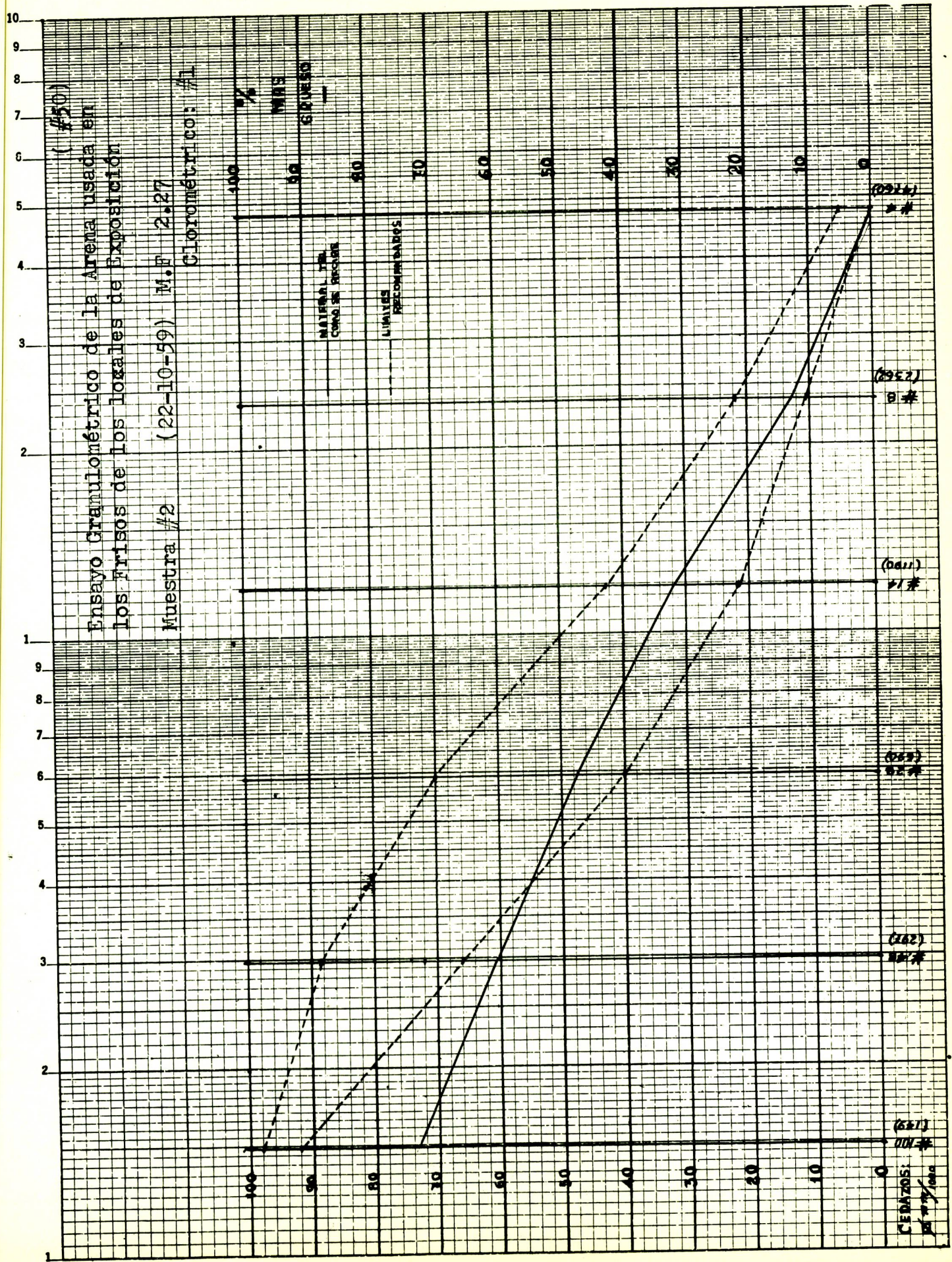


(#50)

Ensayo Granulométrico de la Arena usada en los Frisos de los locales de Exposición

Muestra #2 (22-10-59) M.F. 2.27

Clorométrico: #1



CERAZOS: 100%  
por 100/100

## AGREGADO GRUESO:

1°.- Generalidades: Se considera agregado grueso todo el material retenido en el cedazo No. 4; está integrado de piedra picada o grava. En general podemos considerar como agregado grueso toda clase de piedra siempre que tenga tal resistencia que la del hormigón no quede limitada por la de la piedra.

a).- Grava: Generalmente se utiliza la proveniente de la caliza dura y compacta de las rocas areniscas, compactas y silíceas.

b).- Piedra Picada: Viene a ser una grava artificial que se obtiene triturando roca apropiada. Las rocas que se prefieren para tal fin son la caliza dura y compacta; la roca arenisca y compacta y la roca silícea.-

### c).- REQUISITOS FUNDAMENTALES PARA QUE UNA GRAVA O PIEDRA SEA ACEPTABLE .-

Deben ser limpios, duros, insolubles, resistentes a la acción del tiempo y sin materias perjudiciales. Los agregados que contienen polvo y partículas alargadas, planas o blandas no deben ser empleados en obras importantes.

Los granos deben presentar superficies irregulares, angulosas de manera que su incorporación en la masa de concreto contribuya a una buena consistencia monolítica. Los granos regulares, de forma redonda, dan un mal concreto y lo predisponen a ruptura.

El tamaño máximo de los granos depende del tipo de estructura y del hecho de que el refuerzo metálico sea muy o poco tramado. El tamaño máximo del agregado está determinado por  $\frac{2}{3}$ , de la separación mínima libre entre barras de refuerzo, ó  $\frac{1}{5}$  de la mínima distancia entre los encofrados. En obras pesadas donde no se emplean refuerzos metálicos se podrán emplear piedras hasta de 15 cm.

La siguiente table nos indica los tamaños máximos de agregados grueso recomendados para diversos tipos de construcción.

TABLA No. 1

TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO GRUESO EN mm. para:				
Dimensión Mñima de la sección (milímetros).	Muros, vigas, y columnas armados.	Muros sin armar	Losas muy armadas	Losas poco armadas o sin armar.
63,5 a 127,0	12,7 a 19,0	19,0	19,0 a 25,4	19,0 a 38,1
152,4 a 279,4	19,0 a 38,1	38,1	38,1	38,1 a 76,2
304,8 a 736,6	38,1 a 76,2	76,2	38,1 a 76,2	76,2
762,0 ó más	38,1 a 76,2 %	152,4	38,1 a 76,2	76,2 a 152,4

El agregado grueso debe tener peso específico elevado, ya que peso específico bajo, indica frecuentemente materiales porosos, débiles y absorbentes y el alto suele indicar buena calidad; pero tales indicaciones son poco seguras si no se confirma por otros medios. En estructuras expuestas al fuego se requiere también un agregado que contenga pocas sustancias combustibles y materias volátiles.

---0---

II)

### ENSAYOS DE AGREGADO GRUESO:

- a) Muestra.
- b) Ensayo Granulométrico.
- c) Ensayo de resistencia al desgaste.
- d) Otros ensayos que interesan al agregado grueso.

a) **M u e s t r a.**— La tarea de obtener una muestra fielmente representativa de un agregado grueso es bastante complicada, debido a la separación que se produce al manejar o mover el agregado. Por este motivo se sacan del depósito del agregado, cerca de cincuenta kilos de material tomados de unos diez sitios diversos.— Esta muestra se manda al laboratorio para practicarle los diversos ensayos.

b) Ensayo Granulométrico.- La distribución por tamaños de las partículas del agregado grueso determinado por separación con tamices normalizados se conoce por granulometría. Para el ensayo granulométrico, se tiene a disposición una serie de cedazos como lo indica la tabla No. 2. El agregado del tamaño designado en la tabla No. 1, debe ser conforme a los requisitos indicados en la tabla No. 2.

Tamaños designados.	porcentaje del peso que pasa por los cedazos con lado de malla										
	4"	3.1/2"	2.1/2"	2"	1.1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8
# 4.1/2"	-	-	-	-	-	-	10	90-100	40-75	0-19	0-9
# 4.3/4"	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-9
# 4-1"	-	-	-	-	100	90-100	-	25-60	-	0-10	-
# 4.1/2"	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
# 4-2"	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-
# 3/4-1-1/2"	-	-	-	100	90-100	20-99	0-19	-	-	-	-
# 1"-2"	-	-	100	90-100	35-75	0-15	-	-	-	-	-
# 2"-3/2"	100	90-100	-	0-15	-	-	-	-	-	-	-

Uso de la tabla. Ejemplo de ensayo granulométrico. -

Supongamos que se debe fabricar el concreto para una estructura donde la mínima distancia entre los refuerzos metálicos es de 2 pulgadas.

El tamaño máximo del agregado grueso debe ser  $2 \times 2/3 = 1-1/3$  pulgadas, es decir que el agregado debe pasar todo por el cedazo 1-1/2 pulgadas.

Consideramos entonces en la tabla, la línea horizontal correspondiente a No. 4-1 pulgada, (3ra. línea).

En correspondencia a cada columna podemos leer los límites inferiores y superiores de los porcentajes del peso del material que debe pasar por cada cedazo, es decir:

Por el cedazo 1-1/2" debe pasar el 100% del material. Por el cedazo 1" debe pasar no menos del 90%.

Por el cedazo 1/2" debe pasar no menos del 25% o no más del 60%.

Por el cedazo No. 4, debe pasar no más del 10%.

### ANALISIS GRANULOMETRICO:

Este experimento se realiza del siguiente modo:

Se toma una cantidad de piedra y se coloca en el primero de un sistema compuesto de diez cedazos superpuestos que luego se colocan en la máquina vibradora Ty-Labb, durante un tiempo de 5 minutos, al cabo de los cuales se saca el sistema de cedazos y se pesa la cantidad de piedra retenida en cada uno de ellos, que nos permitirá calcular el porcentaje retenido en cada uno de ellos y el porcentaje más grueso.

A continuación insertamos la tabla correspondiente:

Cedazo	Abertura en mm.	Peso Reten	% Reten	% Más Grueso
2"	50,8		a	a
1-1/2"	38,1		b	b + a
1-1/4"	31,75		c	a + b + c
1"	25,4		d	
3/4"	19,05		.	.
1/2"	12,70		.	..
3/8"	9,525		.	.
1/4"	6,35		.	.
No.4	4,699		.	.

Como apreciamos en la tabla, la primera columna nos indica la disposición de los cedazos; la segunda columna nos indica la abertura en milímetros de cada uno de ellos; en la tercera se expresa el peso de

cada una de las cantidades retenidas en los cedazos.

La columna siguiente nos indica el porcentaje retenido de cada uno de los cedazos, estos valores se obtienen mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ret.} = \frac{\text{Peso Retenido}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

La última columna es la correspondiente a los porcentajes más gruesos cuyos valores obtenemos sumándole el porcentaje retenido en el cedazo considerando los retenidos en los de abertura mayor.

Comercialmente se clasifican las piedras, de acuerdo a su granulometría en No. 3, No. 2, No. 1 y No. 0.

La Piedra picada No. 3 es aquella que pasando por el cedazo de 2" queda retenida en los de 1 1/2 y 1 1/4.

La Piedra picada no. 2 es la que pasa por los cedazos anteriores y queda retenida en los de 1" y 3/4".

Análogamente, la Piedra picada No. 1 es la que es retenida por los cedazos de 1/2" y 3/8".

Del mismo modo, la Piedra picada No. 0 es la que pasando por el cedazo de 3/8" es retenida en los de 1/4" y No. 4. Esta piedra se denomina "arocillo" y generalmente no se emplea en concreto.

Las piedras más usadas en construcciones son la No. 1 y No. 2.

#### ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGASTE MEDIANTE EL METODO DE LOS ANGELES.-

La máquina de los Angeles, consta de un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, con un diametro interior de 711,2 milímetros y una longitud interior de 508. Va montada con dos gorriones unidos a los extremos del cilindro sin penetrar en éste y de forma que pueda girar sobre su eje en posición horizontal. Va provisto de una abertura para introducir la muestra de ensayo. La abertura debe cerrarse en forma tal que no deje pasar el polvo con una tapa removible fijada con pernos. Esta tapa debe proyectarse en forma que la superficie interior se conserve cilíndrica.

A lo largo de un elemento de la superficie interior del cilindro debe montarse una repisa de acero removible que sobresalga radialmente 89,9 mm. hacia el interior del cilindro y que se extienda a toda su longitud. La repisa debe ser de un espesor tal y estar montada en tal forma, mediante pernos u otros medios apropiados, que sea firme y rígida. Su posición debe ser tal que la distancia de la repisa a la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del cilindro en el sentido de la rotación, no sea menor de 127 cm.

Carga de desgaste.- a) La carga de desgaste consiste en esferas de fundición o acero de unos 47,6 mm. de diámetro y que pesen de 390 a 445 grms. cada una. Las esferas de fundición deben ajustarse a las condiciones de la A.S.T.M. en cuanto a composición química. b) Las cargas empleadas con las granulometrías descritas en las tablas son como siguen:

Granulometría:	No. de Esferas.	Peso de la carga (gm.)
A	12	5000
B	11	4583
C	8	3330

MUESTRA DE ENSAYO.- La muestra del ensayo consta de 5000 gramos de piedra seca, y limpia ajustado a una de las granulometrías de la tabla. De estas debe emplearse la que represente con más aproximación la piedra picada utilizada en la obra.

TABLA No. 1

Tamaño del tamiz. Para por.	Retenido en:	Peso en Gramos.-		
		A	B	C
3,8 cm.	2,54 cm.	1250		
2,54 cm.	1,9 cm.	"		
1,9 cm.	1,27 cm.	"	2500	
1,27 cm.	0,95 cm.	"	"	
0,95 cm.	0,63 cm.			2500
0,63 cm.	No. 4			"

PROCEDIMIENTO.- La muestra de ensayo y la carga de desgaste se colocan en la máquina de Los Angeles, la cual se hace girar 100 revoluciones a una velocidad de 30 a 33 por minuto. El material es retirado de la máquina y cernido en un tamiz No. 12 que se ajuste a las normas del A.S.T.M. (designación E11-39) El material retenido en el tamiz se pesa cuidadosamente aproximando hasta el gramo. Hay que tener cuidado para evitar la pérdida de cualquier parte de la muestra. Toda la muestra incluyendo el polvo de desgaste, se vuelve a la máquina de ensayo y se hace que esta gire 400 revoluciones. Entonces se retira la muestra, se tamiza en el tamiz No. 12 y se pesa con aproximación al gramo.

CALCULO.- La diferencia entre el peso original de la muestra de ensayo y los pesos del material retenido en el tamiz a las 500 revoluciones se expresan en % del original de la muestra de ensayo. Estos valores se toman como % de desgaste. Se considerará de buen grado el agregado si su desgaste es menor al 30%, considerándose de calidad mediana si el desgaste está comprendido entre 30 y 40%. Las normas del M.O.P. permiten hasta el 45%.

#### OTROS ENSAYOS QUE INTERESAN AL AGREGADO GRUESO .-

Peso unitario: Suelto y Compacto.-

Peso Especifico.

Resistencia a la Compresión.

Dureza.

Tenacidad.

#### PESO UNITARIO.-

a) Suelto.- Para determinar el peso unitario suelto se toma un envase de volumen y dimensiones determinadas, que en nuestro caso son:

Diametro Interior : 25,4 cm.

Altura " 27,94 cm.

Capacidad " 14,15 litros

El procedimiento es de la manera siguiente:

Se deja caer la piedra picada desde una altura aproximada de 60 cms. y se enrasa con una cabilla lisa. Se pesan material y envase conjuntamente y a este valor se le resta el del peso del envase vacío, obteniéndose así el peso de la piedra. El peso unitario suelto nos vendrá dado por el cociente de dividir el peso de la piedra con el volumen dado. Debe expresarse este valor en  $\text{Kg/m}^3$ .

b).- Compacto.- Con las mismas condiciones que en el caso anterior, se procede del modo siguiente: se vacía la piedra en el recipiente hasta completar  $1/3$  de la altura del envase y se apisona con una cabilla de  $5/8$ " punta roma aplicando 25 golpes distribuidos por igual por toda la superficie. Luego se añade piedra hasta llenar el recipiente a los  $2/3$  y se apisona igual que antes. Se llena entonces la medida hasta rebosar, se apisona y se separa la piedra sobrante empleando la cabilla como una regla recta. Al apisonar la primera capa no debe permitirse que la barra golpee fuertemente contra el fondo de la medida. Al apisonar las otras capas solo debe aplicarse la fuerza suficiente para obligar a la barra a penetrar someramente en la superficie de la capa interior. Procediendo de manera análoga se determina el peso unitario compacto.

PESO ESPECIFICO.- Para determinarlo se utiliza la balanza hidrostática. En el experimento se pesa 1 kg. de la piedra picada y se coloca en el platillo que ha de sumergirse en el recipiente que contiene agua y se colocan pesas en el otro platillo para conocer el peso de la muestra en el agua. La diferencia del peso de la muestra en el aire menos el peso en el agua nos da el volumen desalojado por la piedra. El peso específico lo obtendremos dividiendo el peso de la piedra en el aire entre el volumen desalojado por ella. Las normas exigen que este peso específico no sea menor de  $2,75 \text{ gr/cm}^3$

A continuación incluimos los datos concernientes a ensayos realizados en el Helicoides de la Roca Tarpeya.

LABORATORIO DE CAMPO  
HELICOIDE ROCA TARPEYA

Caracas, 7 de Noviembre de 1.958

Análisis de agregados

Piedra Picada No. 1.

Ensayos efectuados el 6-11-58

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1 "	0%	0 %
3/4"	10 %	10.0 %
1/2"	37.0%	47.0 %
3/8"	20.9%	67.9 %
No. 4	29.3%	97.2 %
Pasa No. 4	2.8 %	

Peso específico : 2.81 Grms./Cm<sup>3</sup>

Ensayo de Los Angeles 25,6%.

LABORATORIO DE CAMPO  
HELICOIDE ROCA TARPEYA

Caracas, 27 de noviembre de 1.958

Análisis de agregado.

Piedra Picada No. 1.

Ensayos efectuados el 26-11-58

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4"	8,9	8,9
1/2"	43,1	52,0
3/8"	27,9	79,9
No. 4	19,4	99,3
No. 4	0,7	

Peso Específico: 2.81 gm/cm<sup>3</sup>

LABORATORIO DE CAMPO  
HELICOIDE ROCA TARPEYA

Caracas, 4 de Diciembre de 1.958

Análisis de agregado

Piedra Picada No. 1.

Ensayos efectuados el 3-12-58

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4 "	16,7	16,7
1/2"	47,6	64,3
3/8"	16/8	80,1
No. 4	17/2	98,3
No. 4	1,7	

Peso específico: 2,80 gm/cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 10 de Diciembre de 1.958

Análisis de agregado

Piedra Picada No. 1.

Ensayos efectuados el 9-12-58

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4 "	13,6	13,6
1/2 "	43,7	57,3
3/8 "	22,2	79,5
No. 4	20,0	99,5
Pasa No. 4	0,5	

Peso Específico: 2,80 Gm/cm<sup>3</sup>

Suciedad: 1,3%

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 13 de Diciembre de 1.958

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1

Ensayos efectuados el 12-12-58

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1 "	2,6	2,6
3/4"	28,4	31,0
1/2"	51,6	82,6
3/8"	13,5	96,1
No. 4	3,8	99,9
Pasa No. 4	0,1	

Peso Específico: 2,79 Gm/cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 13 de diciembre de 1.958

Análisis de agregados

Piedra Picada No. 1

Ensayos efectuados el 12-12-58

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1"	2,6	2,6
3/4"	28,4	31,0
1/2"	51,6	82,6
3/8"	13,5	96,1
No. 4	3,8	99,9
Pasa No. 4	0,1	

Peso Específico: 2,79 Gm/cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 22 de diciembre de 1.958

Análisis de agregados

Piedra Picada No. 1

Ensayos efectuados el 19-12-58

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1. 1/2"	2,3	2,3
1	53,0	55,3
3/4"	33,8	89,1
1/2"	9,16	98,26
3/8"	1,0	99,26
No. 4	0,62	99,88
Pasa No. 4	0,12	

Peso Especifico: 2,82 Gm/cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 2 de enero de 1.958

Análisis de agregados

Piedra Picada No. 3

Ensayos efectuados el 2-1-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% retenido</u>	<u>% más grueso</u>
2"	3,1%	3,1%
1 1/2"	79,0%	82,1%
1"	17,9%	

Peso Especifico : 2,81 Gm./ cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 4 de febrero de 1.959

Análisis de agregados

Piedra Picada n<sup>o</sup>. 1

Ensayos efectuados el 3-2-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4	29,3	29,3
1/2	62,8	92,1
3/8	7,0	99,1
No.4	0,9	

Peso Especifico : 2,80 Grms./cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 10 de abril de 1.959

Análisis de agregados

Piedra Picada No. 2. (Tomada del pilón existente)

Ensayos efectuados el 10-4-59.

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No. ?</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1 1/2	4,2	4,2
1	70,0	74,2
3/4	23,8	98,0
1/2	2,0	

Peso Especifico : 2,83 Grms./cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 10 de abril de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada n<sup>o</sup>. 1

Dueño o Fabricante: Pavimentos Asfálticos.

Ensayos efectuados el 4-4-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4	17,2	17,2
1/2	59,2	76,4
3/8	23,0	99,4
4	1,6	

Peso Específico: 2,76 Gms./ cm<sup>3</sup>

Ensayo de los Angeles : 30%

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 8 de junio de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 2

Dueño o Fabricante: Sr. Braga.

Ensayos efectuados el 5-6-59.

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo N o.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1"	90,0	90,0
3/4"	10,0	

Peso Especifico : 2,72 Gms./cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 11 de junio de 1959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Canteras del Este.

Ensayos efectuados el 8-6-59.

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4	10,2	10,2
1/2	49,0	59,2
3/8	32,4	91,6
No.4	8,4	

Peso Especifico: 2,80 Gms./ cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 7 de junio de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Avelino Braga

Ensayos efectuados el 1-7-59.

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% Más Grueso</u>
3/4	22,6	22,6
1/2	49,0	71,6
3/8	20,2	91,8
No.4	8,2	

Peso Especifico: 2,80 Grms. /cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 7 de julio de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Avelino Braga.

Ensayo efectuado el 2-6-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4	28,8	28,8
1/2	54,8	83,6
3/8	11,8	95,4
No.4	4,6	

Peso Especifico : 2,67 Grms./cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 7 de julio de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1.

Dueño o Fabricante: Avelino Braga.

Ensayos efectuados el 1-7-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4	18,2	18,2
1/2	21,8	40,0
3/8	36,4	76,4
No. 4	23,6	

Peso Especifico : 2,83 Gms./cm<sup>3</sup>.

Nota : Esta piedra picada estaba sucia y contenia gran cantidad de polvillo.

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 17 de julio de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Avelino Braga.

Ensayos efectuados el 15-7-59.

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1"	12,4	12,4
3/4"	40,0	52,4
1/2"	33,4	85,8
3/8"	9,2	95,0
No. 4	5,0	

Peso Especifico: 2,69 Gms./cm.<sup>3</sup>

Nota: Peso Especifico bajo, presencia de esquistos, gradación regular.

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 17 de julio de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Cantera Central, Baruta

Ensayos efectuados el 16-7-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1"	12,6	12,6
3/4"	45,5	58,1
1/2"	31,1	89,1
3/8"	6,6	95,8
No. 4	3,8	99,6
P. No. 4	0,4	

Peso Especifico: 2,77 Gms./ cm<sup>3</sup>

Nota: Esta piedra contiene abundancia de piezas alargadas, muy sucia y mala gradación.

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 6 de agosto de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Canteras del Este.

Ensayos efectuados el 31-7-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4"	22,4	22,4
1/2"	54,2	76,6
3/8"	18,0	94,6
No.4	5,4	

Peso Especifico: 2,80 Gms./ cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 6 de agosto de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Cantera La Lagunita, El Hatillo.

Ensayos efectuados el: 1-8-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1"	10,6	10,6
3/4 "	50,8	61,4
1/2 "	36,0	97,4
3/8"	2,6	

Peso Especifico: 2,76 Gms./ cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 14 de agosto de 1.959

Análisis de Agregado

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Avelino Braga.

Ensayos efectuados el 12-8-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4	29,7	29,7
1/2	30,3	60,0
3/8	13,4	73,4
P. No. 4	9,0	

Peso Especifico: 2,75 Gms. / cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 14 de agosto de 1.959

Análisis de Agregados

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Cantera del Encantado

Ensayos efectuados el: 12-8-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1"	21,2	21,1
3/4 "	50,8	72,0
1/2 "	25,4	97,4
3/8 "	2,6	

Peso Especifico: 2,70 Gms. / cm<sup>3</sup>

nota: Se notó la presencia de piedras porosas.

HELICOIDE ROCA TARPEYA

LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 26 de septiembre de 1.959

ANALISIS DE AGREGADOS

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Cantera El Morro

Ensayos Efectuados el: 23-9-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1"	11,8	11,8
3/4"	58,4	70,2
1/2"	22,6	92,8
3/8"	4,2	97,0
No. 4	3,0	

Peso Específico: 2,71 Gms/cm<sup>3</sup>

Desgaste: 33,0%

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 6 de octubre de 1.959

ANALISIS DE AGREGADOS

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Cantera El Morro.

Ensayo efectuados el 5-10-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
1"	9.6	9.6
3/4"	48.8	58.4
1/2"	37.6	96.0
3/8"	4.0	----

Peso Especifico: 2.69 Grms/cm<sup>3</sup>

NOTA: Peso especifico bajo: contiene partículas  
alargadas y esquistos blandos

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 27 de octubre de 1.959

ANALISIS DE AGREGADOS

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Cantera El Morro

Ensayos efectuados el: 26-10-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso.</u>
1"	8,6	8,6
3/4"	51,4	60,0
1/2"	36,0	96,4
3/8"	4,0	

Peso Especifico: 2,77 Gms/cm<sup>3</sup>

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 18 de Noviembre de 1.959

ANALISIS DE AGREGADOS

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Cantera El Morro

Ensayos efectuados el: 17-11-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% más grueso</u>
3/4"	55,6	55,6
1/2"	34,2	89,8
3/8"	10,2	

Peso Especifico: 2.76 Grms/cm<sup>3</sup>

Observación: Este material se notó sumamente sucio.

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 4 de Diciembre de 1.959

ANALISIS DE AGREGADOS

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Cantera El Morro

Ensayos efectuados el: 3-12-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% Más grueso</u>
3/4"	58.0	58.0
1/2"	28.0	86.0
3/8"	14.0	

Peso Especifico: 2.80 Grms./cm<sup>3</sup>

Color: Gris.

HELICOIDE ROCA TARPEYA  
LABORATORIO DE CAMPO

Caracas, 4 de Diciembre de 1.959

ANALISIS DE AGREGADOS

Piedra Picada No. 1

Dueño o Fabricante: Cantera El Morro

Ensayos efectuados el: 3-12-59

GRANULOMETRIA

<u>Cedazo No.</u>	<u>% Retenido</u>	<u>% Más Grueso</u>
3/4"	70,0	70,00
1/2"	26,0	96,00
3/8"	4,0	

Peso Especifico: 2,72 Gms./cm<sup>3</sup>

Color Azul.

## CONCLUSIONES SOBRE PIEDRA PICADA

La piedra picada utilizada en el Helicoide de Roca Tarpeya proviene de diversas canteras como son: "El Morro", "Cantera Central" de Baruta, "Cantera del Este", "La Lagunita" de El Hatillo, "El Encantado", y otras. El material proveniente de la cantera "El Morro", último empleado en el Helicoide para la fecha de nuestro trabajo, presentó las siguientes diferencias con respecto al material usado anteriormente:

P. Especifico de la piedra de la cantera "El Morro"-----	2.74 $\frac{\text{gm}}{\text{cm}^3}$
P. Especifico de la piedra picada utilizada anteriormente-----	2.78     "

Como puede apreciarse, el valor promedio de peso específico es menor en la piedra picada proveniente de la cantera "El Morro".

Con respecto a los ensayos de desgaste (Método de Los Angeles), la piedra proveniente de "El Morro" presentó un 33% de desgaste como valor promedio; el promedio de las piedras ensayadas anteriormente fué de un 28% de desgaste.

Puede apreciarse, entonces, que de acuerdo con los datos anteriores, la piedra picada de "El Morro" es inferior en esos dos aspectos al material ensayado anteriormente.

En nuestra opinión los bajos valores obtenidos para el material de "El Morro" se deben, principalmente, a la alta proporción de esquistos blandos que contiene, partículas desechables por no cumplir con los requisitos fundamentales para la piedra picada.

La comparación granulométrica es más complicada, al menos numéricamente, debido a las fluctuaciones de los porcentajes más gruesos retenidos en los cedazos de abertura mayor que, por lo general, sobrepasan los valores especificados por las normas del A.S.T.M.

Con respecto a la piedra picada proveniente de la cantera "El Morro", se logra hacer aceptable eliminándole los esquistos y la gran mayoría de las impurezas que contiene.-

A G U A

I - GENERALIDADES.-

- a) Requisitos fundamentales de un agua buena para concreto.
- b) Algunos tipos de agua impura.

II - E N S A Y O S .-

- a) Ensayo de resistencia del mortero.
- b) Ensayo de dureza de las aguas.

III - TRATAMIENTOS DE LAS AGUAS MALAS .-

- a) Aguas duras.
- b) Casos generales de Aguas malas.
- c) Ejemplo de tratamiento.

I - GENERALIDADES

a) Requisitos fundamentales de un agua buena para concreto .- El agua buena para concreto debe ser limpia y suave, no debe contener cloruros y sulfatos en porcentajes perjudiciales.

Tampoco debe contener grandes porcentajes de aceites, ácidos, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias dejetéreas.

b) Algunos tipos de aguas impuras.-

<u>TIPOS DE AGUAS.</u>	<u>DISMINUCION DE RESISTENCIA</u>
1.- Agua Estancada	10%
2.- Agua de pantano	10%
3.- Agua que contiene 1% de sulfatos	10%
4.- Agua de mar	15-20%
5.- Agua que contiene el 10% de NaCL	20%

6.- Agua de Cloaca

5-15%

7.- Agua que contiene azúcar.

Desechable desde todo punto de vista.

## II - ENSAYOS

a) Ensayo de resistencia del mortero.- Se controla, con este ensayo, la resistencia de un mortero reparado con el agua en exámen, cemento, y arena standard de Ottawa, con una determinada relación agua-cemento.- La resistencia de este mortero, a los 28 días, no debe ser inferior al 90% de la resistencia del mortero preparado con agua destilada, la misma calidad de cemento, la arena de Ottawa, habiendo usado la misma relación agua-cemento.

b) Ensayo de dureza de las aguas.- Se llama generalmente dureza de las aguas la cantidad de sales minerales (Sulfatos y Cloruros) que éstas tienen en solución.

La determinación de este porcentaje debe ser hecha por un químico con equipo adecuado. No deberá superar el 1%.

## III - TRATAMIENTOS DE LAS AGUAS MALAS

a) Aguas duras.- Si el químico ha determinado en el agua una cantidad de sales minerales superior al 1%, en obras de particular importancia técnica, es bueno suavizar el agua con un tratamiento químico aconsejado por el técnico mismo que ha hecho el análisis, teniendo en cuenta los gastos y estudiado, de acuerdo con el director de la obra, la conveniencia económica de tal procedimiento.

b) Casos generales de aguas malas.- La determinación de dureza de las aguas no es sino un exámen particular. Abrahams dá importancia definitiva al ensayo de resistencia del mortero, que por fin, nos dice inmediatamente como influye la calidad del agua sobre el concreto. También otros autores, sin preocuparse mucho de la composición química del agua, aconsejan de resolver los inconvenientes de las impurezas con un aumento oportuno en la dosis de cemento, según la medida que nos dice el diagrama que expresa la resistencia probable del concreto en función de la relación agua-cemento.

c) Ejemplo de tratamiento.— Supongamos que un tipo de agua en examen haya causado en ensayo de resistencia del mortero, una caída de resistencia del 25%, supongamos 200 Kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia que requerimos en el concreto. Según la curva de Abrams, para una resistencia de 200 Kg/cm<sup>2</sup> es necesaria una relación agua-cemento 0,62 en el caso de que el agua fuera buena. Con el agua mala en examen es necesario emplear la relación agua-cemento relativa a la resistencia. Es decir, se incrementa la resistencia pedida en un 25%, lo que nos exige un concreto de 250 Kg/cm<sup>2</sup>, en donde la curva de Abrams nos dice que la relación agua cemento para 250 Kg/cm<sup>2</sup> es de 0,56. Cualitativamente esto significa: o usar una dosis más rica de cemento, o un concreto más seco.

#### Análisis Físico-Químico de Aguas

Las aguas utilizadas en las obras del Helicoide de Roca Tarpeya fueron analizadas por el "Laboratorio Analítico Industrial C. A." (Laica), obteniéndose los resultados que indicamos a continuación.

#### DEPARTAMENTO DE ANALISIS INDUSTRIALES ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS

Solicitado por:	Consortio Atecsa - Inaca - Quivensa
Número del Análisis:	1484
Número de Archivo:	V-2
Número de la Botella:	7
Procedencia:	Acueducto de Caracas (Inos)
Lugar de Captación:	Grifo de descarga en el Batching Plant
Hora y Fecha de Captación:	9 y 40 a.m. del 28 de noviembre de 1958

#### RESULTADOS

Temperatura del agua: .....	
Aspecto: .....	Ligeramente turbia
Olor en frío: .....	Inapreciable
pH: .....	8,5

pH: .....	8,5
Alcalinidad fenolftaleinica (CaCo3) .....	10 p.p.m.
Alcalinidad total: (CaCo3) .....	152 "
Anhidrido carbónico (Co2) .....	1 "
Carbonatos (Co3) .....	6 "
Bicarbonatos como (CaCo3) .....	146 "
Hidroxido: (OH) .....	0 "
Cloruros (Cl) : .....	14 "
Sulfatos (SO4): .....	46 "
Nitratos (NO3): .....	0,35 "
Fluoruros (F): .....	0,20 "
Conductancia: .....	400 "
Arena: .....	0 "
Real .....	1 "
Color	
Aparente: .....	6 "
Turbidez: .....	3 "
Calcio (Ca) : .....	52 "
Magnesio (mg): .....	13 "
Sodio y Potasio (Na/K) ; como Na .....	16 "
Hierro (Fe) .....	0,10 "
Manganeso (Mn) .....	0,00 "
Silice: (SiO2): .....	28 "
Solidos solubles: .....	290 "
Dureza total, como CaCo3: .....	190 "
Dureza Carbonatica, como CaCo3 : .....	152 "
Dureza no Carbonatica, como CaCo3: .....	38 "

Resapitulación:

Contenidos minerales: . . . . . Mediano

Carácter químico: . . . . . Cálculo-Bicarbonático

Indice de Langelier a 25° C . / 0,90

----- o O o -----

## CEMENTO

En Venezuela, el cemento que se fabrica es del tipo Portland cuyas materias primas podríamos resumirlas del modo siguiente:

- a) Las de carácter ácido, proporcionadas por los óxidos de cal (calizas, etc.,)
- b) Las de carácter ácido, proporcionadas por los óxidos de sílice, aluminio e hierro.
- c) El yeso, que controla el fraguado del cemento.

Para la elaboración de cementos especiales se incluye, además mineral de hierro y material silicoso.

Para la obtención de un cemento uniforme y de buena calidad se deben tener presentes los siguientes detalles:

- 1.- Inspeccionar la calidad de las materias primas y la regularidad de su composición química, antes de ser utilizadas.
- 2.- Fijar el dosaje de la mezcla cruda que más convenga.
- 3.- Cuidar de que la cocción se lleve a cabo con toda efectividad.
- 4.- Análisis químicos periódicos, del clinker producido, que servirán para controlar el dosaje suministrado en el crudo, especialmente, en el caso de tener materiales variables.
- 5.- Control químico rápido y eficaz de cada una de las fases de fabricación en aras de obtener un producto uniforme en su calidad.
- 6.- Control físico y químico completo de las muestras representativas de la producción, que dará a conocer las características finales del producto elaborado.

ENSAYOS FISICOS Y ANALISIS QUIMICOS DEL CEMENTO.- Estos ensayos y análisis se realizan periódicamente en las fábricas de cemento con el objeto de llevar un estricto control del material ya elaborado o en proceso de elaboración.

### A) Análisis Químicos.-

Comprenden los siguientes:  $\text{SiO}_2$  --  $\text{Al}_2\text{O}_3$  --  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  --  $\text{CaO}$  --  $\text{MgO}$  --

Pérdida al fuego --  $SO_2$  -- Residuo insoluble -- Módulo de Sílice -- Módulo de Hierro -- Módulo Hidráulico --  $C_3S$  --  $C_2S$  --  $C_3A$  --  $C_4AF$ .

#### B) Ensayos Físicos.

- 1.- Finura: Utilizando los tamices No. 200 y No. 325
- 2.- Area de Superficie: Métodos de Wagner y de Blaine.
- 3.- Estabilidad: Ensayo de ebullición - Consistencia normal - Expansion al autoclave.-
- 4.- Tiempo de fraguado: Gilmore (inicial) ----- Gilmore (final)  
Vicat (inicial) ----- Vicat (final)
- 5.- Resistencia a la tracción: 3 días (promedio) -- 7 días (promedio) -- 28 días (promedio)
- 6.- Resistencia a la compresión: 3 días (promedio) -- 7 días (promedio) -- 28 días (promedio)

Estos análisis y ensayos nos indicarán si el cemento es de buena calidad y si cumple con las especificaciones de la A.S.T.M. para un cemento Portland de su tipo.

Con respecto a los análisis químicos solamente anexaremos los datos suministrados por la Fábrica Nacional de Cementos La Vega.

#### ENSAYOS FISICOS

1) .- Ensayo de finura.- Siendo el cemento un material aglutinante una de las características que más influye en los morteros de cemento es la finura ya que de ella depende el poder de dispersión de el concreto con la consiguiente resistencia final.

El ensayo se realiza en el laboratorio de la manera siguiente: Primero se toma una cierta cantidad de cemento y se pasa por el cedazo No. 20 a fin de eliminarle los terrones, luego esa cantidad previamente cernida se toma y se pesan 50 gramos de ella, estos se hacen pasar por el cedazo No. 200 por espacio de 15 minutos en la máquina cernidora Ty-Labb que tiene la característica de que a medida que agita, para que pase, también ayuda al pasaje por percusión; se pesa luego la cantidad retenida en el cedazo No. 200 y se calcula el porcentaje en peso retenido, cuyo porcentaje se considera módulo de finura. Las normas exigen para un cemento Portland normal un módulo de finura no mayor de un 20%

2) .- Peso Especifico.- Como sabemos consiste en el peso por unidad de volumen desprovista de poros.

Para averiguar el volumen de una cierta cantidad de cemento previamente pesado, no podemos usar la balanza hidrostática debido a que el cemento se disuelve rápidamente en el agua; entonces precisamos de un líquido que no lo disuelva como lo es el Kerosene. Para la determinación de este volumen precisaremos entonces un aparato llamado Botella de Le Chatelier, que no es más que un densímetro.

Llenamos la botella hasta una cierta marca y luego agregamos poco a poco un peso conocido de cemento que previamente haya pasado por el cedazo No. 20, para eliminarle los terrones. Cuando terminemos de agregar cemento, leemos la indicación de volumen del densímetro; la diferencia de lectura nos dará el volumen de Kerosene desalojado y por ende el volumen de cemento. Al dividir el peso del cemento por este volumen obtendremos el peso específico que para un buen cemento debe ser aproximadamente de 3.1 grs/cm<sup>3</sup>.

Pasta normal.- Para los ensayos de cemento y sus morteros se usa la llamada pasta normal o sea una cierta combinación de acuerdo con ciertas normas para que la mezcla de ciertos y determinados resultados. O sea, es la cantidad de agua necesaria para que frague en condiciones normales. Las características para reconocer cuando una pasta es normal es cuando una aguja llamada Aguja de Vicat de 1 cm<sup>2</sup> de sección y 300 gramos de peso en un tiempo de 30 seg., en un molde de pasta que tiene forma de tronco-cónica penetra 10 mm.

La preparación de la pasta se hace de la manera siguiente: se toma el cemento y se hace una especie de crater, luego se le añade una cierta cantidad de agua destilada y se cubre en 30 seg.; luego se deja reposar por espacio de 30 seg., más y luego se amasa vigorosamente por espacio de minuto y medio aproximadamente. Luego se coloca en el molde y se lleva a la Aguja de Vicat. Si la aguja baja más de 10 mm. nos indica que hay demasiada agua y hay que volver a preparar la pasta con menos agua; en cambio si no penetra hay que repetir el proceso agregándole agua.

#### TIEMPO DE DETERMINACION DEL PRINCIPIO DE FRAGUA.-

Este ensayo se hace también con la pasta normal determinada anteriormente y en el mismo molde

Se considera como principio de fragua el momento en que la aguja de Vicat penetra hasta 5 mm. del fondo del molde de forma tronco-conica. El tiempo del principio de fragua se mide a partir de la determinación de la pasta normal.

El tiempo de principio de fragua aceptable es cuando es mayor de 45 minutos de tal manera que nos dá tiempo de trabajarlo y a moldearlo o a transportarlo a la obra; pues una vez que ha comenzado la fragua del concreto y de los morteros hay que dejarlos inmóvil porque sinó se pierde todo el trabajo.

El ensayo de determinación del fin de fragua, se hace con el mismo molde con que se determina el principio y se dice que la fragua ha terminado cuando la Aguja de Vicat, no penetra visiblemente, se considera aceptable cuando es menor de 10 horas.

#### ENSAYOS DE TRACCIÓN .- Morteros Normales.-

Para realizar estos ensayos, se someten a tracción, bien en la balanza de municiones o en la máquina especial automática, briquetas en forma de ocho que tienen una pulgada cuadrada de sección y que son hechas a base de un mortero normal que tiene la siguiente composición:

Cemento previamente pasado por el tamiz n°. 20. . . . . 1 parte (250 grms.)

Arena Otawwa (pasada por el tamiz No.20 y retenido en el No.3) 3 partes

El porcentaje de agua calculado sobre el peso del cemento más arena viene dado por la fórmula siguiente:

$$Y = \frac{2}{3} \frac{P}{n + 1} + 6,5$$

Y: Porcentaje de agua del mortero.

P: Porcentaje de agua para la pasta normal.

n: Partes de arena

K: Coeficiente de absorción de la arena (aprox. 6,5)

Las briquetas se prueban a los 7 y 28 días, después de estar un día al aire humedo y el resto sumergidas en agua.

Para que las briquetas queden bien hechas se les debe ejercer a cada una y por ambos lados, presiones en número igual a 12 e iguales a 10 Kgs.

Según las normas:

a los 7 días . . . . . 275 lbs/pulg<sup>2</sup> (mínimo)  
a los 28 días . . . . . 350 " (mínimo)

A continuación incluimos los valores promedio de los análisis químicos y ensayos físicos realizados por la Compañía Venezolana de Cementos "La Vega" en su laboratorio durante los años 1957, 1958 y 1959.

— o o —

AÑO: 1.957Análisis Químico y Características Físicas del Cemento Producido en la  
Fábrica Nacional de Cemento

SiO <sub>2</sub>	19.76 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.80%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.89 %
CaO	63.88%
MgO	1.42%
P. al fuego	1.87%
SO <sub>3</sub>	2.16%
R Inscl.	0.14%
Módulo de sílice	2.05
Módulo de Hierro	1.49
Módulo Hidráulico	2.11
C <sub>3</sub>	59.1%
C <sub>2</sub> S.	12.1%
C <sub>3</sub> A.	8.8%
C <sub>4</sub> AF.	11.8%

CARACTERISTICAS FISICAS:

Finura Tamiz No. 200	3.4%		
Finura Tamiz No. 325	11.4%		
Area de Superficie Wagner	1.798	cms <sup>2</sup> /gm.	
Area de Superficie Blaine	3.788		
Consistencia Normal	24.5%		
Gilmore fraguado Inicial	2 horas	45 minutos	
Gilmore fraguado final	5 "	00 "	
Vicat, fraguado inicial	2 "	15 "	

Resistencia a la tracción:

3 días :	360 lbs/ pulgada <sup>2</sup>
7 días :	420 lbs/ pulgada <sup>2</sup>
28 días:	480 lbs/ pulgada <sup>2</sup>

Resistencia a la Compresión:

3 días:	2280 lbs/pulgada <sup>2</sup>
7 días:	3430 lbs/pulgada <sup>2</sup>
28 días:	4800 lbs/pulgada <sup>2</sup>

AÑO: 1.958

Análisis Químico y Características Físicas del Cemento Producido en la Fabrica de Cementos

Análisis Químico

SiO <sub>2</sub>	19.69%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.77%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.76%
CaO	63.70%
MgO	1.47%
P. al fuego	1.67%
SO <sub>3</sub>	2.43%
R. Insoluble	0.15%
M. Sílice	2.05%
M. Hierro	1.55%
M. Hidraulico	2.12%
C <sub>2</sub> S	58.00%
C <sub>3</sub> A	12.70%
C <sub>3</sub> A	9.10%
C <sub>4</sub> AF	11.40%

CARACTERISTICAS FISICAS:

Finura Tamiz No. 200	4.0%
Finura Tamiz No. 325	11.8%
Area de Superficie Wagner	1.750 cm <sup>2</sup> / gm.
Area de Superficie Blaine	3.620 cm <sup>2</sup> /gm.
Consistencia normal	24.5%
Expansión Autoclave	0.092 %
Gilmore Fraguado Inicial	3 horas. 00 minutos
Gilmore Fraguado Final	5 " 00 "
Vicat, fraguado Inicial	2 " 45 "

Resistencia a la tracción:

3 días:	370 lbs/ pulgada <sup>2</sup>
7 días:	430 lbs/ pulgada <sup>2</sup>
28 días:	480 lbs/ pulgada <sup>2</sup>

Resistencia a la Compresión:

3 días:	2.450 lbs/ pulgada <sup>2</sup>
7 días:	3.380 lbs/ pulgada <sup>2</sup>
28 días:	4.660 lbs/ pulgada <sup>2</sup>

---

AÑO: 1.959

Análisis Químico y Características Físicas del Cemento Producido en  
la Fabrica Nacional de Cementos

Análisis Químico

SiO <sub>2</sub>	19.63%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.77%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.81%
CaO	63.57%
MgO	1.37%
P. Fuego	1.70%
S <sub>03</sub>	2.51%
R. Insoluble	0.14%
M. Sílice	2.05
M. Hierro	1.51
M. Hidráulico	2.11
C <sub>3</sub> S.	58.10 %
C <sub>2</sub> S	12.50 %
C <sub>3</sub> A.	8.80 %
C <sub>4</sub> Af	11.59 %

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.-

Finura Tamiz No. 200	3.4%
Finura Tamiz No. 325	10.0%
Area de Superficie Wagner	1.757 cm <sup>2</sup> / gm.
Area de Superficie Blaine	3.722 "
Consistencia Normal	24.5%
Expansión al Autoclave	0.073 %
Gilmore, Fraguado Inicial	2 horas 30 minutos
Gilmore, Fraguado Final	5 horas 00 minutos
Vicat, fraguado inicial	2 horas 10 minutos.

Resistencia a la tracción:

3 días -	360 lbs/pulgada <sup>2</sup>
7 días -	425 lbs/pulgada <sup>2</sup>
28 días -	480 lbs/pulgada <sup>2</sup>

Resistencia a la Compresión:

3 días:	2.500 lbs/pulgada <sup>2</sup>
7 días:	3.300 lbs/pulgada <sup>2</sup>
28 días:	4.500 lbs/pulgada <sup>2</sup>

---

## CONCLUSIONES

El cemento utilizado en las obras del Helicoide de Roca Tarpeya proviene de la Fábrica Nacional de Cemento "La Vega". Este cemento es del tipo Portland y cumple con todos los requisitos exigidos por las normas del ASTM.

Los valores obtenidos en los ensayos físicos y análisis químicos realizados en los laboratorios de esta fábrica durante los años 1957, 1958 y 1959, revelan muy poca variación entre sí. Esto es un índice de la uniformidad del producto elaborado en dicha fábrica.

Los concretos elaborados a base de este cemento ofrecieron resultados altamente satisfactorios, lo cual ratifica lo dicho anteriormente.

—p0o—

## DISEÑOS DE MEZCLAS

Generalidades: El diseño de mezclas de concreto es la determinación de la combinación más económica y fácil de realizar de agregados disponibles, cemento, agua y, en ciertos casos, productos de adición, que produzcan una mezcla que tenga un grado de docilidad necesario y desarrolle el endurecimiento preciso. Las existencias del concreto de buena calidad no deben descuidarse porque la estructura a construir sea pequeña. Un caso oportuno de citar es el de un pequeño canal, cuyas delgadas secciones están en muchos casos expuestas a condiciones de extrema severidad.

El procedimiento más práctico para determinar las proporciones finales de la mezcla es hacer pruebas reales y correcciones en la obra. El problema se convierte así en elegir una mezcla de prueba para el empleo inicial que exija la menor corrección. El proyecto de mezcla de prueba puede realizarse en la forma más eficaz por medio de la investigación en los laboratorios, donde se determina la aptitud para la fabricación de concreto del material a emplear. Los ensayos de laboratorio son especialmente convenientes para trabajos de considerable magnitud, para condiciones desacostumbradas de los materiales o cuando la resistencia es un factor dominante. El mínimo programa de laboratorio que permita el cálculo eficiente de mezclas de pruebas, abarca ensayos para determinar la granulometría, peso específico, absorción y humedad de los agregados.

### Recomendaciones para la obtención de las muestras de concreto.-

Instrucciones: El objeto de sacar muestras de concreto en el campo, es tener una muestra verdaderamente representativa del concreto que se coloca en la estructura. La muestra se moldea en un cilindro de prueba, el cual es ensayado luego en el laboratorio. Si la muestra no es la representativa del concreto que se colocó en la estructura, el que obtuvo la muestra no sólo ha perdido su tiempo y el del laboratorio, sino que deliberadamente o por negligencia es responsable por información falsa relativa a la estructura.

Todas las muestras de concreto deberán ser tomadas por un representante autorizado, debien-

do ser tomadas de acuerdo con uno de los métodos siguientes, de un sólo terceo del concreto:

- 1.- Se descarga el terceo en la mezcladora dentro de carretillas; se mezcla bien el concreto en cada carretilla hasta que esté homogéneo y se toman cantidades iguales de cada una de ellas de modo que la muestra total sea igual, aproximadamente, a una lata.
- 2.- Se descarga el terceo en la mezcladora, dentro de una tolva ó directamente en el encofrado, remezclándose bien con una pala hasta que esté homogéneo, tomándose porciones de distintas partes del terceo de manera que la muestra total sea aproximadamente igual a una lata.
- 3.- Se descarga la mitad del terceo dentro de una tolva o carro de concreto, y se toman porciones del concreto de distintos puntos, de manera que la muestra total sea aproximadamente igual a una lata.
- 4.- Si el concreto se mezcla a mano se toman porciones de distintos sitios en el terceo.

La muestra de concreto obtenida por uno de los métodos anteriores, deberá llevarse al sitio en el cual se moldeará el cilindro, echándose en una carretilla limpia y mezclándose de nuevo hasta que esté homogéneo. El molde del cilindro deberá aceitarse por dentro (recomendable aceite No. 30) y colocarse sobre una plancha de acero plana o sobre una tabla. La probeta de ensayo deberá vaciarse inmediatamente colocando el concreto fresco dentro del molde en tres capas, cada una aproximadamente la tercera parte del volumen del molde.

Cada capa deberá apisonarse con 25 golpes dados con una barra de diámetro  $5/8$  de pulgada y de 24 pulgadas de largo con la punta inferior redondeada. Los golpes deberán empezar en la parte exterior del molde y continuar en espiral hacia el centro de manera que sean distribuidos uniformemente a través de la sección del molde.

La capa inferior deberá apisonarse en todo su espesor, y las otras dos capas apisonarse de manera que la barra apenas penetre dentro de la capa inferior inmediata. Se alisará la cara superior con una cuchara y se puede vibrar algo exteriormente el molde con una pieza de madera, para evitar la formación de "cangrejera".

La probeta debe permanecer en el molde 24 horas, sacándose luego y poniéndose a curar

en el ambiente humedo hasta los cinco días, fecha en la cual se enviará al laboratorio. Tan pronto como el cilindro se saque del molde, este deberá limpiarse con un cepillo de alambre y aceitarse para recibir otra probeta. Nunca se deben dejar los moldes sucios y sin aceitar.

Si el tamaño máximo del agregado es de dos pulgadas, deberá usarse el molde de 6 por 12 pulgadas. Si es de más de dos pulgadas, se usará un molde de 8 por 16 pulgadas.

El encargado de las muestras deberá dar números consecutivos a todos los cilindros que se hagan, y llevar un registro exacto de cada uno. El número del cilindro deberá pintarse sobre éste tan pronto como se saque del molde, para evitar errores.

#### Propiedades del concreto determinadas por las muestras de prueba.

Los ensayos de laboratorio con concreto, hechos para establecer importantes propiedades y relaciones, comprenden:

- 1.- Resistencia, elasticidad y capacidad de duración desarrollada con las variaciones de agua-cemento y de las dosificaciones.
- 2.- Docilidad.
- 3.- Influencia de la granulometría de los agregados en las necesidades de agua y cemento, referente a las propiedades del concreto.
- 4.- Calor de hidratación, elevación de temperatura, variación de volumen en diversas condiciones y propiedades térmicas del concreto en masa, si se trata de partes voluminosas.

Además de servir para proyectar las mezclas de prueba, los ensayos de laboratorio proporcionan información que resulta útil al proyecto de las estructuras y al establecimiento de procedimientos constructivos y también a la valoración económica de las diferentes combinaciones de materiales. Más adelante trataremos el procedimiento recomendado para confeccionar las series corrientes de mezclas de prueba. Cuando no es posible realizar tales ensayos, tales mezclas, para iniciar los trabajos con el concreto pueden elegirse mediante una aplicación juiciosa de las relaciones establecidas por los ensayos y la experiencia.

## METODOS DE ENSAYOS Y CONTROLES EN CAMPO.-

1.- Resistencia.- La experiencia en los trabajos ha demostrado que cuando se ha establecido el máximo admisible de la relación A/C basada en las exigencias de la capacidad de duración, el concreto adquiere corrientemente la resistencia a compresión adecuada. Cuando hace falta una resistencia mayor en elementos estructurales, puede ser necesario emplear una relación A/C menor, sobre todo si se utilizan aditivos.

Los ensayos sistemáticos de la resistencia a compresión de probetas sometidas a la cura húmeda normalizada proporcionan indicaciones valiosas sobre la uniformidad y calidad potencial del concreto en la estructura. Los ensayos sobre cilindros curados a la intemperie y expuestos a los agentes atmosféricos no tienen ningún valor y pueden ser totalmente erróneos. Los resultados de los ensayos no pueden compararse con los de las muestras curadas en forma normalizada, y debido a su elevada relación de la superficie al volumen, las muestras no representan las condiciones de la estructura. Cuando la resistencia a la compresión es importante, como en las pavimentaciones de carretera, se emplean frecuentemente los ensayos correspondientes.

La resistencia a compresión, tracción, flexión y esfuerzo cortante del concreto están todas relacionadas más o menos directamente, y un aumento o disminución de una se refleja generalmente en las otras, aunque no en el mismo grado.

Las probetas cilíndricas de control han dado frecuentemente resistencias a compresión a los 28 días menores que la estudiada en los proyectos de la estructura. Esto se debe a que al utilizar cementos pobres en cal y alúmina, adquieren resistencia bastante lentamente en los primeros tiempos; sin embargo, la resistencia final da un resultado satisfactorio. Cuando el cemento utilizado presente un lento desarrollo de la resistencia, puede ser necesario tomar precauciones para asegurar la resistencia adecuada en el momento de la carga máxima.

El grado de uniformidad de la resistencia del concreto es una medida del éxito o fracaso en conseguir un control adecuado en obra. Sin un control adecuado en las operaciones de fabricación del concreto habrá grandes variaciones en la resistencia y será necesario un exceso de cemento para ase-

gurar que la calidad del concreto cumpla con las exigencias mínimas. O bien, con un concreto de una resistencia media determinada, si se esperan grandes variaciones en la resistencia, es preciso aplicar en el proyecto cargas de trabajo menores. La falta de uniformidad conveniente en las propiedades ventajosas, indicada por las variaciones de resistencia, es de esperar que se manifieste antes o después en variaciones perjudiciales en la capacidad de duración y en un aumento del costo de conservación.

Resistencia a la compresión.— Adecuadamente interpretadas, la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto es un valioso criterio para juzgar de la calidad potencial del mismo. Los ensayos de resistencia a edades tempranas son convenientes durante las primeras etapas del concreto para ayudar a establecer la mezcla correcta. Suelen servir para este objeto los cilindros rotos a los siete días, aunque a menudo sirven igualmente bien los ensayos a edades más tempranas. En nuestros ensayos las pruebas se hicieron para cilindros de 1, 3, 7 y 28 días, generalmente.

Las probetas deben fabricarse de las masadas que representen con más aproximación el concreto colocado. Si hay mucha variación en la mezcla, pueden exigirse probetas adicionales.

Las muestras se consideran más representativas siempre y cuando se tomen después que el concreto haya sido colocado y vibrado en los encofrados, si es posible, y apisonarse a mano en los moldes para perturbar lo menos posible el aire arrastrado. Las muestras tomadas en la concretera deben vibrarse en los moldes para simular la vibración aplicada en los encofrados. El concreto aireado procedente de los ensayos de asiento y de peso unitario no debe utilizarse para fabricar probetas cilíndricas; debe emplearse otro concreto de la muestra.

Una vez listos los cilindros para la prueba a compresión se llevan a la máquina Universal donde son chequeados los valores.

Elasticidad.— El concreto no es un material verdaderamente elástico, y el gráfico de esfuerzos y deformaciones para cargas que aumentan de manera continua, tienen generalmente la forma de una línea curva. Para el concreto endurecido cuidadosamente y pretensado con cargas moderadas, la curva de esfuerzos y deformaciones es, a efecto práctico, una línea recta dentro del margen de variación de las cargas de trabajo corrientes. La relación esfuerzo deformación determinada de la parte virtualmente recta de la curva se llama Módulo de Elasticidad. Cuando las cargas aumentan más allá de la

zona de trabajo, la curva se desvía considerablemente de la línea recta indicando que los esfuerzos y deformaciones ya no son proporcionales. Sin embargo, la relación esfuerzo deformación es bastante uniforme para esfuerzos de compresión de hasta un 75% de la carga de rotura a los 28 días. Corrientemente, los concretos de gran resistencia tienen elevados valores elásticos, aunque el módulo de elasticidad no es directamente proporcional a la resistencia. El módulo de elasticidad para concreto ordinario de 28 días de edad varía desde 140.000 hasta 420.000 K/cm<sup>2</sup>.

Para la mayoría de los materiales el módulo de elasticidad no varía con la edad y la recuperación elástica en el momento de retirar la carga es igual a la deformación elástica en el momento en que aquella fue aplicada, sin tener en cuenta el período de aplicación. En el concreto, por el contrario, el módulo aumenta normalmente con la edad, mientras el hormigón se conserva bien, y tanto la deformación inicial como la recuperación elástica posterior dependen de la edad. Este efecto de aumentar el módulo de elasticidad con la edad del concreto es importante porque absorbe gran parte de los esfuerzos de tracción que se desarrollan cuando el concreto, cuya libre dilatación y contracción está coartada, se calienta en los primeros tiempos y se enfría posteriormente.

Capacidad de duración desarrollada con las variaciones de agua y cemento.- La reducción de la relación agua-cemento aumenta apreciablemente la resistencia del concreto al ataque de los sulfatos. Los resultados de los ensayos indican que la presencia de aditivos aumentará ligeramente la resistencia del concreto a los ataques químicos. Esto es debido, sin duda, al aumento de la impermeabilidad debido a la reducción de la estructura capilar y de canalillos. La relación agua-cemento baja contribuye grandemente a la capacidad de duración del concreto. La resistencia del concreto a la erosión depende de su resistencia a la compresión. Por tanto, la resistencia a la erosión aumenta cuando la relación agua-cemento disminuye. Cuando el arrastre de aire produce una reducción de la resistencia mecánica, la resistencia a la erosión del hormigón se reduce.-

Se notará que la permeabilidad aumenta rápidamente para relaciones agua cemento mayores que 0,55 en peso. De todos los ensayos hechos en el concreto se ha demostrado de manera concluyente que el factor más importante en su resistencia es la relación agua-cemento.

### Influencia de la dosificación en la capacidad de duración.-

Si los tamaños máximos de los agregados no pasan de los dos centímetros, esto constituye grandemente en la capacidad de duración del concreto. Una mezcla que contenga agregados mayores tiene menos mortero, y por lo tanto, un porcentaje de aire en el mortero aglomerante no es afectado considerablemente por el tamaño del agregado grueso.

2.- Docilidad. Es la facilidad con que una serie determinada de materiales puede cansarse para convertirse en concreto y ser posteriormente manejada, transportada, y colocada con la misma pérdida de homogeneidad. Es digna de señalar la importancia de la plasticidad y de la uniformidad, porque son esenciales a la docilidad y tiene una notable influencia en el funcionamiento y aspecto de la estructura determinada.

La docilidad depende de las propiedades íntimas del concreto determinadas por las características físicas y proporciones de los materiales constituyentes. El grado de docilidad necesario para la colocación adecuada del concreto depende de las dimensiones y forma de las estructuras y de la separación y tamaño de las armaduras. Por ejemplo, un concreto de docilidad adecuada para una pavimentación puede resultar difícil de colocar o incluso inaplicable en una sección delgada muy armada. De los muchos artificios empleados para medir la docilidad del concreto, ninguno ha dado buen resultado para ser aplicado en la obra. Ninguno de los métodos propuestos tiene en cuenta todos los factores que influyen en la docilidad del concreto, como son las cualidades del acabado y la exhudación y otras formas de segregación. Por tanto, la determinación de la docilidad depende mucho del criterio desarrollado por la experiencia.

La consistencia o fluidez del concreto es un factor importante de la docilidad, y puede medirse con bastante exactitud por medio del ensayo de asentamiento.

Ensayo de asentamiento: La consistencia del concreto suele medirse mediante el ensayo de asentamiento, con el siguiente procedimiento.

Molde.- La probeta de ensayo tiene forma de cono truncado con una base de 6 pulgadas de diámetro, cara superior 4 pulgadas de diámetro y altura 12 pulgadas. La base y la cara superior del molde

están libres y sin paralelas entre sí y perpendiculares al eje del cono. El molde está provisto de apoyos para pies y de asas.

Muestra.- La muestra debe ser representativa de la masa. Para muestras de concreto con agregados que excedan de los 38 milímetros de tamaños, las piezas mayores de esta dimensión se quitan mediante el cemento húmedo o a mano.

Procedimiento.- El molde debe humedecerse y colocarse en una superficie plana, húmeda y no absorbente, en la que el operador la sostiene firmemente pisando en los apoyos para pies mientras se llena. El molde se llena en 3 capas, cada una de ellas de 1/3 aproximadamente del volumen del molde.

Las distancias verticales desde el fondo del molde a las caras superiores de las capas son aproximadamente 63,5, 152,4 y 304,8 milímetros.

Al colocar cada paletada del concreto, para asegurar la simétrica distribución del material dentro de aquel, cada capa se apisona con 25 golpes de una cabilla 5/8" y terminada en punta roma. Los golpes se distribuyen uniformemente por toda la sección transversal del molde y deben penetrar precisamente hasta la capa subyacente. La capa del fondo debe ser apisonada en toda su profundidad. Una vez apisonada la capa superior, se enrasa la superficie del concreto, de forma que el molde quede completamente lleno y se limpia la superficie de concreto derramado. El molde se retira inmediatamente del concreto, levantado lenta y cuidadosamente en dirección vertical. El asentamiento se mide determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la superficie del concreto que quede asentado.

Las probetas de asiento que se rompen o desgajan lateralmente dan resultados incorrectos y deben hacerse de nuevo con una muestra fresca. Una vez terminada la medición del asentamiento debe golpearse suavemente con la bara de apisonar el lado del cono truncado del concreto. El comportamiento del concreto ante este tratamiento es una indicación valiosa de su cohesión, docilidad y facilidad de colocación. Una mezcla dócil bien dosificada asentará gradualmente hasta las alturas inferiores y conservará su identidad original, mientras que una muestra de la mezcla mala se desmenuzará, se sepa-

rá y se caerá por separado.

Cuando sea posible, deben hacerse ensayos de asiento por duplicado y tomar la media de los dos.

El asentamiento se considera:

SECO: ..... 0 a 1"

HUMEDO: ..... 1 a 2"

PLASTICO: ..... 3 a 5"

FLUIDO: ..... 5 a 7"

### CALOR DE HIDRATACION.-

Además del control de la calidad ejercido regularmente, el control de los métodos de construcción puede contribuir ampliamente a la calidad de la estructura determinada. La primera de las medidas de control son los medios de limitar la elevación de la temperatura del concreto en masa, reduciendo así los esfuerzos térmicos perjudiciales y el agrietamiento.

Con las grandes velocidades de colocación del concreto en masa, hecha posible por los modernos métodos de construcción, el calor de hidratación del cemento, no puede escapar de las estructuras voluminosas tan rápidamente como es engendrado en la primera edad del concreto y la temperatura de éste se eleva sobre la de colocación. El máximo valor alcanzado depende de la temperatura inicial del concreto, la cantidad de calor engendrada por el cemento, las dimensiones de la masa y la rapidez de colocación, la temperatura ambiente, las propiedades térmicas del concreto y la cantidad de calor absorbido por refrigeración artificial en el caso de que se emplee.

La reducción de la temperatura hasta un punto final establecida mediante la disipación gradual del calor almacenado o su eliminación por medios artificiales, va acompañada de la construcción que en ciertos casos exige en el empleo de grandes y costosas juntas de dilatación para prevenir la producción de grietas incontroladas.

Variación de volumen.- Produce diversos efectos perjudiciales. Se forman grietas en el concreto cuyos movimientos están coartados, a consecuencia de la retracción y de la insuficiencia resistencia a tracción. El agrietamiento no es solo un factor de debilitamiento que puede afectar a la capacidad del

concreto para resistir las cargas calculadas, sino que puede perjudicar también a su capacidad de duración y su aspecto.

### CRITERIO PARA EL DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO.-

Se utiliza el método llamado de los vacíos, corregido por observación visual y modificaciones en obra.

Criterio Fundamental.- Los vacíos dejados por cada material deben ser llenados por el que le sigue en finura; en nuestro caso esto determina la proporción inicial ó mínima de arena respecto de la piedra. La calidad y cantidad de la pasta, en cambio, quedan determinadas por la resistencia y el asentamiento deseados.

Puntos de Partida: Las cantidades necesarias de los ingredientes para preparar el terceo experimental quedan aproximadamente determinadas por la piedra, el volúmen de la piedra considerada como compactada, es aproximadamente igual al volúmen final del concreto (teoría de los vacíos). El volúmen inicial de arena necesaria corresponde a los vacíos que ha dejado la piedra. El volúmen mínimo de la pasta necesario sería teóricamente igual al volúmen de los vacíos que deja la arena.

En la práctica se encontrará que estos dos últimos valores están en defecto; la cantidad de arena necesaria será siempre mayor, pues en el concreto las partículas de agregado grueso no pueden estar con sus aristas en contacto como ocurre con la piedra compactada, pues si lo están la mezcla resulta muy áspera y difícil de trabajar. El volumen de pasta necesaria será también mayor del teórico, pues la pasta no sólo rellena, sino que también lubrica.

Otro criterio fundamental: que puede considerarse casi como exacto, es el que el volúmen final del concreto es igual a la suma de los volúmenes absolutos de la parte sólida de los ingredientes: piedra, arena, cemento y agua.

El error que puede haber depende del hecho de que el concreto atrape aire durante el mezclado (volúmen resultante mayor) y la mezcla cemento-agua se contrae (volúmen resultante menor)

y finalmente los agregados absorben en su masa algo del agua (volumen resultante menor).

Datos fundamentales para el diseño: (Toda teoría que se está trabajando con agregados buenos, adecuado para el uso destinado).

Agregados: Peso específico, Peso unitario: Suelto y Compactado. El Peso unitario suelto (este dato interesa sólo si se piensa dosificar por volumen).

Cemento: Peso específico (puede suponerse, sin gran error, como  $3,1 \text{ gm/cm}^3$ ).

Procedimiento de preparación de la mezcla Experimental:

1.- Partir de una cantidad de piedra cuyo volumen sea aproximadamente el de los cilindros que se desean preparar (el cilindro tiene aproximadamente un volumen de  $5 \text{ dm}^3$ ), luego, peso de la piedra (peso unitario compactado  $\times 0.006$ , casi siempre 10 kg.).

Peso de la arena: (% vacíos piedra + 5%  $\times$  Peso unitario Compactado de la Arena  $\times 0.006$ )

$$(\% \text{ de vacíos} = \frac{(\text{Peso Específico} - \text{Peso Unit. Comp.})}{\text{Peso Específico}} \times 100)$$

Se añadió un 5% adicional fijo al porcentaje de vacío de la piedra. Razón: compensar el déficit de arena por el criterio de las aristas.

2.- Preparar una pasta de cemento y agua con una relación agua-cemento deducida de la curva A/C contra Resistencia. La resistencia depende solamente de la relación agua-cemento. La trabajabilidad depende de la cantidad de pasta.

Se fija teóricamente (de la curva) A/C un valor y determinados experimentalmente la cantidad de pasta necesaria, de acuerdo con la necesidad del asentamiento que se quiere.

Para 10 Kgs. de piedra, basta comenzar con 4 ó 5 kgs. de cemento con el agua que le corresponda.

3.- Mezclar en seco la piedra y la arena, añadiendo después la pasta poco a poco, verificando los asentamientos hasta obtener el pedido. Anotar en cada caso la pasta que fué necesario añadir.

La cantidad de arena puede corregirse añadiendo fracciones conocidas si se vé que la mezcla

resulta áspera; esto se sabe cuchareando. Conviene preparar por lo menos tres mezclas con ligeras variaciones en la pasta y en la arena, para lograr buenos resultados; una vez en obra, será necesario ajustar de nuevo. (Las condiciones de mezclado cambian).

4.- Una vez obtenidos los cilindros, se espera su resultado para confirmar la supuesta bondad de los agregados.

5.- Para pasar de la mezcla experimental al terceo por  $M^3$ , basta hacer una proporción entre volumen total que resulta sumando los volúmenes absolutos de los agregados (peso utilizados peso específico) en  $dm^3$ . y los 1.000  $dm^3$  de un  $M^3$ .

Correcciones de humedad: Cuando los agregados están húmedos (la mezcla experimental se suele hacer con agregados secos) en obra hay que corregir las cantidades, pues ya llevan agua.

$$\text{Corrección: Peso húmedo necesario} = \frac{\text{Peso seco dosificado} \times 100}{(100 - \% \text{ humedad})}$$

Al agua hay que restarle las cantidades aportadas por los agregados húmedos.

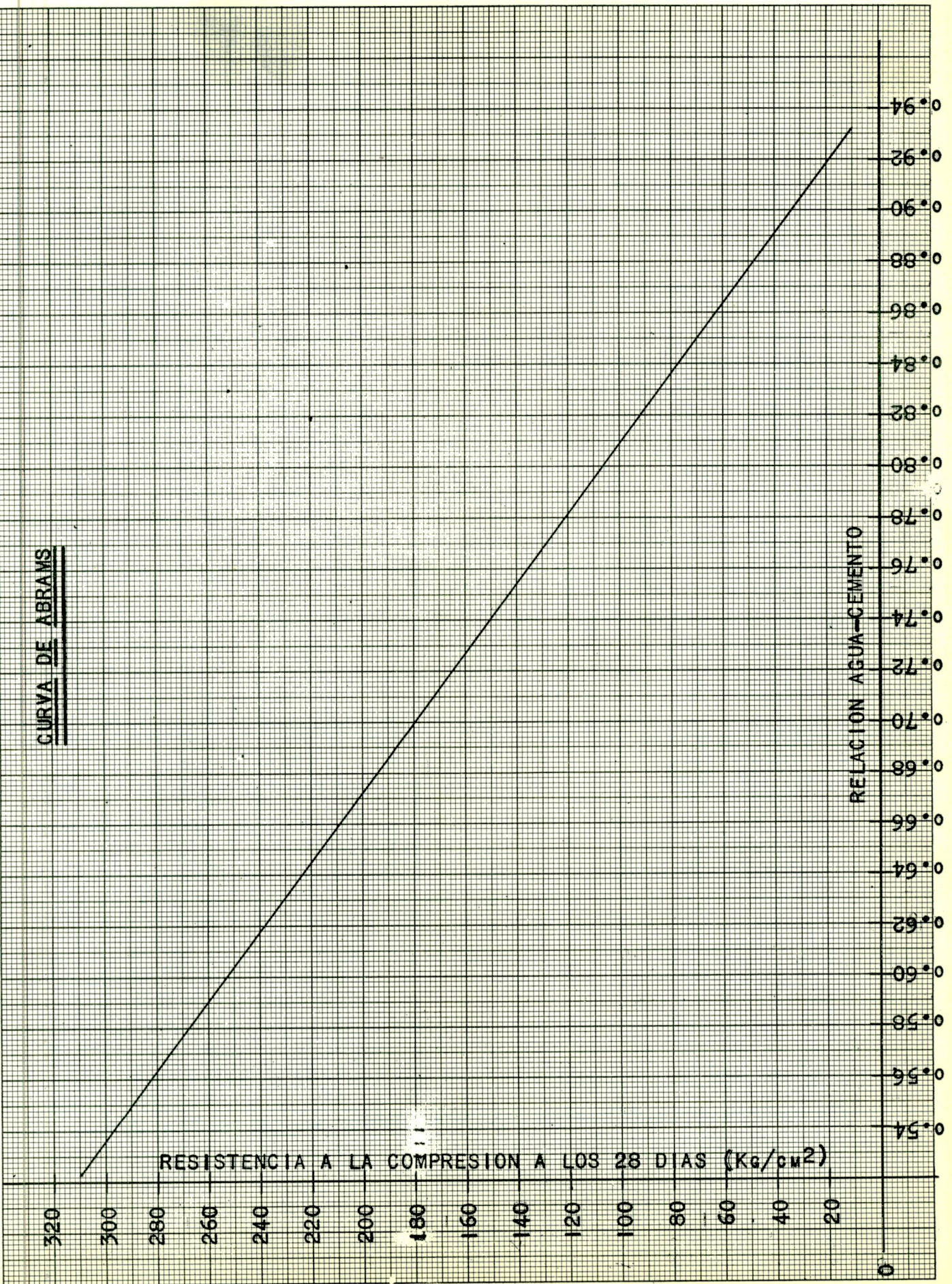
Corrección: Peso húmedo x porcentaje humedad.

Se verá que por este método las mezclas resultan muy secas, ello es debido a que los porcentajes de humedad determinados en campo toman también en cuenta el agua absorbida internamente por los agregados, la cual no interviene en la formación de las pastas. La corrección podría determinarse calculando cuanta agua pueden absorber los agregados conservando luego su superficie seca; pero es mejor dejarla al ajuste en obra, pues entran en juego otros factores difíciles de evaluar.

A continuación incluimos gráfico con la Curva de Abrams, diseño de mezclas y un informe sobre las experiencias realizadas con el laboratorio de campo con aditivos para concreto.

Cualquier informe adicional se encontrará en la tesis de grado de los compañeros Germán Añez, Fernando Alvarez y Rubén Manzur Pacheco, quienes efectuaron un trabajo paralelo.

CURVA DE ABRAMS



RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (Kg/cm<sup>2</sup>)

RELACION AGUA-CEMENTO

MEZCLA No. 1 L. R'c 28 d 210 Kgs/cm2 A/c : 0.62 Sacos/m3 7.75 Fecha. 21-10-58

% Humedad para corrección { Arena...3.0  
Piedra...1.0

Dosificación en peso seco { Piedra...3.33  
Cemento...1.0  
arena...2.25

% total agregados secos { arena...42.2%  
P.P.No 1...28.9%  
P.P.No 2... "

Porcentaje Totales en peso seco: Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo por m3.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos							Ibs.	
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3
PP N°2	550	555		1220		2440		3660			
Arena	800	824		3035		6070		9105			
Cemento	330	330		3760		7520		11280			
PP N°1	550	555		4980		9960		14940			
Agua	200	165		363		726		1089			

Asentamiento: 2 1/2 ..pigs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. ....Kg/cm2  
3 d. 178.6 .....Kg/cm2  
7 d. 229.7 .....Kg/cm2  
28 d. ....Kg/cm2

Observaciones:

MEZCLA No. 2.1.1. R/c 28 d 250 Kgs/cm<sup>2</sup> A/c : 0.57 Sacos/m<sup>3</sup> 7.68 Fecha. 22-10-58.

Piedra... 3.56

Dosificación Cemento... 1  
en peso seco arena... 2.07

arena ..... 37.4%  
P.P.No 1 ..... 31.3%  
P.P.No 2 ..... 31.3%

% total agregados secos

% Humedad para corrección  
Arena... 3  
Piedra... 1

Porcentaje Totales en peso seco: .....% Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo por m<sup>3</sup>.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m <sup>3</sup>		P e s o s a c u m u l a t i v o s							Lbs.	
	seco	húm.	1/2 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	1 1/2 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	2 1/2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	3 1/2 m <sup>3</sup>		4 m <sup>3</sup>
PP N°2	610	616		1360		2720		4080			
Arena	730	754		3020		6040		9060			
Cemento	335	335		3760		7520		11280			
PP N°1	610	616		5120		10240		15360			
Agua	190	154		339		678		1017			

Asentamiento: ... 2" ... plgs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. .... Kg/cm<sup>2</sup>  
3 d. ... 197.4 ..... Kg/cm<sup>2</sup>  
7 d. ... 224.2 ..... Kg/cm<sup>2</sup>  
28 d. .... Kg/cm<sup>2</sup>

Observaciones:

MEZCLA No. 3 L. R'c 28 d 350 Kgs/cm2

A/c : 0.43

Sacos/m3 11.2

Fecha. 22-10-58

Piedra.. 2.41

Dosificación Cemento. 1

en peso seco arena... 1.18

% total agregados secos

arena... 33.3%  
P.P.No 1... 33.3%  
P.P.No 2... 33.3%

% Humedad para corrección Piedra. 1.

Arena... 3.

Piedra 1 Piedra 2

.....%

Arena

.....%

Cemento

.....%

Agua

.....%

Peso teórico húmedo por m3.....Kgs.

Porcentaje Totales en peso seco:.....%

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos								Lbs.
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3	
PP N°2	600	606		1335		2670		4005			
Arena	600	620		2700		5400		8100			
Cemento	475	475		3745		7490		11235			
PP N°1	600	606		5080		10160		15240			
Agua	204	172		378		756		1134			

Asentamiento: 2 + ...plgs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. .... 269.7 ..... Kg/cm2  
3 d. .... 285.0 ..... Kg/cm2  
7 d. .. 285.0 ..... Kg/cm2  
28 d. .... Kg/cm2

Observaciones: De la piedra #2 se eliminaron los trozos de tamaño superior a 1 1/2", usando un cedazo de mallas cuadradas.

MEZCLA No. 4L .. R/c 28 d 350 Kgs/cm2 A/c : 0.43 Sacos/m3 11.88 Fecha. 22-10-58.

Piedra...2.36

Dosificación Cemento. 1  
 en peso seco arena...1.07

% total agregados arena... 33.3%  
 secos P.P.No 1 ... 66.7%  
 P.P.No 2 .....

% Humedad Arena...3.  
 para corrección Piedra. 1.

Porcentaje Totales en peso seco:.....% Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo por m3.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.		
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3			
PP N°2													
Arena	575	590	15	1300		2600		3900					
Cemento	505	505		2410		4820		7230					
PP N°1	1150	1160	10	4960		9920		14880					
Agua	217	19'	25	422		844		1266					

Asentamiento: ... 1.7/8 plgs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. .... Kg/cm2  
 3 d. ... 268.2 ..... Kg/cm2  
 7 d. ... 201.5 ..... Kg/cm2  
 28 d. .... Kg/cm2

Observaciones:

MEZCLA No. 5 M . R'c 28 d 250 Kgs/cm2 A/c : 0.55 Sacos/m3 8 Fecha. 1-11-58

% Humedad para corrección 3%. Piedra... 3.53  
 1%. en peso seco arena... 2.36  
 40% .. i 40% ..  
 P.P.No 1 40% ..  
 P.P.No 2 20% ..

% total agregados secos

Porcentaje Totales en peso seco:.....% Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo por m3.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos								Lbs.	Para mezcla de 11" x 1/4 m3	
	seco	húm.	1 m3	1/2 m3	1 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3			
PP N°2	400		880		1760		2640		3390		4080		100
Arena	800		2640		5280		7920		10170		12810		200
Cemento	340		3390		6780		10170		13560		17010		2 sacos
PP N°1	800		5150		10300		15450		20600		26750		200
Agua	140		308		616		924		1232		1540		2 latas = 35 lts.

Asentamiento: 1 1/4 ... plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. .... Kg/cm2  
 3 d. .... Kg/cm2  
 7 d. .... Kg/cm2  
 28 d. .... Kg/cm2

Observaciones:

MEZCLA No 6LA . R'c 28 d 250 Kgs/cm2 A/c : 0.56 Sacos/m3 9.4 Fecha. 4-11-58 .

% Humedad para corrección  
 Arena... 2%  
 Piedra. 1%

Piedra... 2.54  
 Cemento. 1  
 en peso seco arena... 1.91

% total agregados secos  
 arena ..... 42.9%  
 P.P.No 1 . 57.1%  
 P.P.No 2 .....

Porcentaje Totales en peso seco:.....%  
 Piedra 1 .....%  
 Piedra 2 .....%  
 Arena .....%  
 Cemento .....%  
 Agua .....%  
 Peso teórico húmedo por m3.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3	
PP No1	1015	1025	10	2260	4520	6780					
Arena	763	779	16	3970	7940	11910					
Cemento	399	399		4850	9700	14550					
Agua	223	197	26	430	860	1290					

Asentamiento: . 2 1/4 ...plgs. Resultados cil. de prueba:

1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 7 d. ....Kg/cm2  
 28 d. ....Kg/cm2

Observaciones: Nuevo orden de pesadas suministrado por el con-sorcio. Existe una mezcla 6 igual, pero con el orden P #2 - cemento - arena

MEZCLA NO. 7.P. R/c 28 d 200 Kgs/cm2 A/c : 0.67 Sacos/m3 7.06 Fecha: 4-11-58.

% Humedad para corrección Arena... 3% Piedra... 3.67  
 Piedra... 3.67 Dosificación Cemento... 1.00  
 Cemento... 1.00 en peso seco arena... 2.67  
 Piedra... 3.67  
 % total agregados secos arena... 42.1%  
 P.P.No 1... 42.1%  
 P.P.No 2... 15.8%

porcentaje Totales en peso seco:.....% Piedra 1 riedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo  
 por m3.....Kgs.

- N O U T I L I Z A B L E -

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.		
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3			
PP N # 2	300	300											
Arena	800	800		660									
Cemento	300	300		2420									
PP N#1	800	800		3080									
Agua	200	165		4840									
				360									

Asentamiento: NUNCA....plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 Observaciones: La corrección de humedad se aplicó solamente al 7 d. ....Kg/cm2  
 agua. No se tomaron cilindros. Esta mezcla se 28 d. ....Kg/cm2  
 desechó por su gran segregación.-

MEZCLA No. 8 P. R'c 28 d 200 Kgs/cm2

A/c : 0.67

Sacos/m3 7

Fecha. 4-11-58

Piedra. 3.67

Dosificación Cemento. 4

en peso seco arena... 2.67

% total agregados secos

arena ..... 42.1%  
 P.P.No 1 ... 57.1%  
 P.P.No 2 .....

% Humedad para corrección  
 Arena... 3%  
 Piedra. 1%

Porcentaje Totales en peso seco:.....%  
 Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo por m3.....Kgs.

Material	Parciáles Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s							Lbs.	
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3
PP No1		1100		2420		4840					
Arena		800		4180		8360					
Cemento		300		4840		9680					
Agua		165		360		720					

Asentamiento: 2 1/2 .....plgs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 7 d. ....Kg/cm2  
 28 d. ....Kg/cm2

Observaciones: Mezcla de buen aspecto, trabajable. Se partió directamente con proporciones de campo, sin previa mezcla de laboratorio. El objetivo era reducir el cemento a 7 s/m3 para ver la resist. y trabajabilidad obtenibles. Se cambió el orden de pesadas.

MEZCLA No. 9L... R/c 28 d 350 Kgs/cm2 A/c : 0.45 Sacos/m3 11.6 Fecha. 5-11-58

% Humedad para corrección Arena... 3% Piedra... 2.00  
 Piedra... 2.00  
 Cemento... 1 Dosificación en peso seco arena... 1.40  
 P.P.No 1 41.1%  
 P.P.No 2 58.9%

Porcentaje Totales en peso seco: .....% Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo por m3 .....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos							Lbs.	
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3
PP No 1	995	1005		2200		4400		6600			
Arena	697	718		3800		7600		11400			
Cemento	494			4900		9800		14700			
Agua	222	191	31	420		840		1260			

Asentamiento: 2 1/2 .....plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 Observaciones: 7 d. ....Kg/cm2  
 28 d. ....Kg/cm2

MEZCLA No. 10-1, R'c 28 d 350 Kgs/cm2 A/c : 0.50 Sacos/m3 9.65 Fecha. 6-11-58

% Humedad para corrección Piedra. 1.1. 4. en peso seco arena... 1.95  
 Dosificación Cemento... 1.1. 2.44  
 arena... 44.4%  
 P.P.No 1 . 55.6%  
 P.P.No 2 .....

% total agregados secos  
 Cemento .....%  
 Agua .....%  
 Piedra 1 .....%  
 Piedra 2 .....%  
 Arena .....%  
 Peso teórico húmedo por m3.....Kgs.

Porcentaje Totales en peso seco:.....%  
 Piedra 1 .....%  
 Piedra 2 .....%  
 Arena .....%  
 Cemento .....%  
 Agua .....%  
 Peso teórico húmedo por m3.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos								Lbs.	
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3		
PP N°1	1000	1010		2200		4400		6600				
Arena	800	834		4060		8120		12180				
Cemento	410	410		4960		9920		14880				
Agua	205	161	44	350		700		1050				

Asentamiento: 1 1/4.....plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 Observaciones: Objetivo: Posibilidad de lograr Rc28=350 Kg/cm2 7 d. ....Kg/cm2  
 con A/C=0.50 y posibilidad de reducir la cantidad 28 d. ....Kg/cm2  
 de cemento para reducir la retracción del concreto.

MEZCLA No. 11-P. R/c 28 d 200 Kgs/cm2 A/c : 0.62 Sacos/m3 8.4 Fecha. 7-11-58.

Piedra... 3.34

Dosificación Cemento. 1  
 en peso seco arena... 2.42

arena ... 42%  
 P.P.No 1 53%  
 P.P.No 2 .....

% total agregados secos

% Humedad para corrección Piedra. 1

Porcentaje Totales en peso seco:.....% Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo por m3.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos Lbs.							
	seco	húm. educ. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3
PP No1	1178	1190	12	2600		5200		7800		
Arena	826	865	39	4500		9000		13500		
Cemento	357	357		5300		10600		15900		
Agua	222	171	51	370		740		1110		

Asentamiento: 1.1/4...plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 Observaciones: Las cantidades por m3 están multiplicadas por 7 d. ....Kg/cm2  
 1.08 (corrección de volumen teórico). 28 d. ....Kg/cm2

MEZCLA No. 12-P. R'c 28 d 350 Kgs/cm2 A/c : 0.50 Sacos/m3 9.65 Fecha 11-11-58.

Piedra... 2.44  
 Dosificación Cemento... 1  
 en peso seco arena... 1.95  
 arena... 55.6%  
 P.P.No 1 44.4%  
 P.P.No 2

% Humedad 5%  
 para corrección Piedra. 1%  
 % total agregados secos

Porcentaje Totales en peso seco: 41.4% Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo por m3. 2415.....Kgs.  
 .....% 33.1% 17.0% 8.5%

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.
	seco	húm.	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3		
PP N°1	1000	1010	10	2220	4440	6660					
Arena	800	842	42	4070	8140	12210					
Cemento	410	410		4970	9940	14910					
Agua	205	153	52	337	674	1011					

Asentamiento: .....plgs. Resultados cil. de prueba: 1- 1 d. ... 231.3 .....Kg/cm2 1d) 133.3  
 2- 3 d. ... 234.0 .....Kg/cm2 3d) 230.2  
 3- 7 d. ... 305.8 .....Kg/cm2 7d) 266.8  
 4- 28 d. ....Kg/cm2 28 d) 116.2  
 2- No hay cilindros 4d) 184.6  
 7d) 254.0

Esta mezcla sufrió los ajustes siguientes:  
 Observaciones: 1) Fórmula original Asentamiento 3/4 0c  
 2) + 2 gal/M3 (7L/M3) " " " 1 3/4 4c  
 3) + 7 gal/M3 (26L/M3) " " " 2 3/8 20c  
 4) + 2 gal/M3 (45L/M3)

(6.30 para un peso húmedo de 2400 kg/m<sup>3</sup>)  
 Fecha. 12-11-58

MEZCLA No. 13-P R'c 28 d Kgs/cm<sup>2</sup> A/c : 0.85 Sacos/m<sup>3</sup> 6.64

Humedad para corrección Arena... 5% Piedra... 3.97  
 % Humedad para corrección Piedra... 1% Dosificación Cemento... 1.16  
 en peso seco arena... 3.16

% total agregados secos arena... 44.3%  
 P.P.NO 1... 55.7%  
 P.P.NO 2... ..

Porcentaje Totales en peso seco: 44.3% Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo por m<sup>3</sup>. 2532 ....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m <sup>3</sup>		P e s o s a c u m u l a t i v o s Lbs.							
	seco	húm.	1/2 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	1 1/2 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	2 1/2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	3 1/2 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup>
PP Nº1	1120	1132		2500		5000		7500		
Arena	890	935		4560		9120		13680		
Cemento	282	282		5180		10360		15540		
Agua	240	182		400		800		1200		

Asentamiento:... 1 1/2 plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm<sup>2</sup>  
 3 d. ...196.1 .....Kg/cm<sup>2</sup>  
 7 d. ...232.1 .....Kg/cm<sup>2</sup>  
 28 d. ....Kg/cm<sup>2</sup>

Observaciones: No se buscó una resistencia dada. Se tratan de ver las posibilidades de una mezcla con menos cemento que las demás. Esta mezcla se utilizó en la pista de baile.

MEZCLA No. 14-L. R'c 28 d 150 Kgs/cm2

A/c : 0.70

Sacos/m3 6.82

Fecha.. 13-11-58

Piedra... 3.59

Dosificación  
en peso seco arena..... 3.03

% total agregados  
secos

arena ..... 45.9%  
P.P.No 1 ... 54.1%  
P.P.No 2 .....

% Humedad  
para corrección  
Arena. ~~ppp~~  
Piedra. ~~ppp~~

Porcentaje Totales en peso seco: 43.1 %  
Piedra 1 Piedra 2  
.....%  
Árena 36.5 %  
Cemento 12 %  
Agua 8.4 %  
Peso teórico húmedo  
por m3. 2413 ....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s							Lbs.	
	seco húm.	Reduc. agua	1 1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3
PP N°1	1040										
Areña	880										
Cemento	290										
Agua	203										

Asentamiento:.. 1/4" ...plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
3 d. ....Kg/cm2  
Observaciones: DESECHADA POR ARENOSA 7 d. .. 188.7 .....Kg/cm2  
28 d. ....Kg/cm2

MEZCLA N<sup>o</sup>...15-L R'c 28 d 150 Kgs/cm<sup>2</sup> A/c : 0.70 Sacos/m<sup>3</sup> 7.13 Fecha. 13-11-58

Piedra... 3.47  
 Dosificación Cemento... 1  
 en peso seco arena... 2.77  
 Arena. Seca  
 para correccion Piedra Seca

% Humedad  
 total agregados  
 secos  
 arena ..... 44.4%  
 P.P.No 1 ... 55.6%  
 P.P.No 2 .....

Piedra 1 Piedra 2  
 43.7% .....%  
 Arena 34.9%  
 Cemento 12.6%  
 Agua 8.8%  
 Peso teórico húmedo  
 por m<sup>3</sup>. 2405 .....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m <sup>3</sup>		Pesos acumulativos							Lbs.	
	seco h <sup>úm</sup> .	Reduc. agua	1/2 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	1 1/2 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	2 1/2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	3 1/2 m <sup>3</sup>		4 m <sup>3</sup>
PP N <sup>o</sup> 1	1050										
Arena	840										
Cemento	303										
Agua	212										

Asentamiento: ... 2<sup>a</sup> ..... plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. .... Kg/cm<sup>2</sup>  
 3 d. .... Kg/cm<sup>2</sup>  
 7 d. ... 192.0 ... Kg/cm<sup>2</sup>  
 28 d. .... Kg/cm<sup>2</sup>

**Observaciones:** Mezcla de Laboratorio (a mano)  
 La mezcla 14-L fué desechada; la 15-L es su corrección.





MEZCLA No. 18-L R'c 28 d 225 Kgs/cm2 A/c : 0.625 Sacos/m3 8.1 Fecha. 17.11.58

Piedra... 3.16

Dosificación Cemento. 1

en peso seco arena... 2.21

% total agregados secos

arena ... 58.9%  
P.P.No 1 . 41.1%  
P.P.No 2 .....

% Humedad para corrección  
Arena. seca  
Piedra. seca

Porcentaje Totales en peso seco: 45.2% Piedra 1 31.6% Piedra 2 14.3% Cémento 8.9% Agua 3.9%  
Peso teórico húmedo por m3. 2405 Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s							Lbs.	
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3
PP N°1	1087										
Arena	760										
Cemento	344										
Agua	214										

Asentamiento: 2".....plgs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. ....Kg/cm2  
3 d. ....Kg/cm2  
8d. ....2067.....Kg/cm2(8 días)  
28 d. ....Kg/cm2

Observaciones: Mezcla de laboratorio, hecha a mano

MEZCLA No. 19-P R/c 28 d 200 Kgs/cm2 A/c : 0.67 Saños/m3 7.05 Fecha. 18-11-58

% Humedad para corrección Piedra. 1%  
 Arena.. 5.6% en peso seco  
 Piedra. 1%  
 Dosisificación Cemento 1  
 Piedra. 3.67  
 % total agregados secos arena... 42.1%  
 P.P.No 1 ... 57.9%  
 P.P.No 2 .....

Porcentaje Totales en peso seco: 46.1% Piedra 1 32.7% Arena 8.5% Cemento 12.7% Agua 8.5%  
 Piedra 2 .....% Piedra 1 32.7% Arena 8.5% Cemento 12.7% Agua 8.5%  
 Peso teórico húmedo por m3. 2366 ....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3	
PP N#1	1090	1100	1210	2420							
Arena	778	822	2115	4230							
Cemento	300	300	2445	4890							
Agua	200	144	26	317							

Asentamiento: .....plgs.  
 1) Asentamiento 0" (+0.L) 3e  
 " " 1/2" (+10.L) 3c  
 " " 2" (+20.L) 12e  
 " " 1 1/4" (+25.L) 8e

Observaciones: 2) 3) 4)

Resultados cil. de prueba: 1- 1 d. .... Kg/cm2 } 1) 94.4  
 3 d. .... 259.0 ..... Kg/cm2 } 3) 171.7  
 7 d. .... 318.4 ..... Kg/cm2 } 7) 244.1  
 28 d. .... Kg/cm2 } 1) 88.7  
 2- 3) 259.0 } 3) 186.2  
 7) 261.4 } 4- 7) 261.4

MEZCLA No. 20-P R'c 28 d 200 Kgs/cm2 A/c : 0.71 Saços/m3 8.00 Fecha. 20-11-58

% Humedad para corrección Arena. 8% Piedra. 3.15  
 Piedra. 1 Dosificación Cemento 1  
 en peso seco arena.. 2.22  
 % total agregados secos arena ..... 41.2%  
 P.P.No 1 ..... 58.8%  
 P.P.No 2 .....

Porcentaje Totales en peso seco: 44.5 % Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo  
 .....% .....% 31.4% 14.1 % 10.0% por m3 2417 .....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s							Lbs.	
	seco	húm.	1 1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3
PP N°1	1079	1100	21	2420	4840	7260					
Arena	756	822	66	4230	8460	12690					
Cemento	340	340	--	4980	9960	14940					
Agua	242	155	87	340	680	1020					

Asentamiento: 1 1/2 a 3" plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 Observaciones: Mezcla usada en el vaciado de las placas; resultado de la agjuste de la mezcla 19-P, se parte del 7 d. ....Kg/cm2  
 Peso húmedo para llegar al seco, ó sea al revéz de lo usual. Humedad de la arena tomada de la tolva.- 28 d. ....Kg/cm2

**MEZCLA** No. 21-P R'c 28 d 200 Kgs/cm2 A/c : 0,64 (225) Sacos/m3 7.8 Fecha. 26-11-58

Piedra. 3.28  
 Dosificación Cemento. 1  
 en peso seco arena.. 2.37

% Humedad Arena. 4.5%  
 para corrección Piedra. 1%

% total agregados secos

arena ... 41.9 %  
 P.P.No 1 58.1 %  
 P.P.No 2 .....

Porcentaje Totales en peso seco: 45.0 % Piedra 1 Piedra 2 Arena 32.4 % Cemento 13.7 % Agua 8.9 %  
 Peso teórico húmedo por m3. 2423 .....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos								Lbs.	
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3		
PP No 1	1090	1100		2420		4840						
Arena	786	823		4230		8460						
Cemento	332	332		4960		9920						
Agua	215	168	47	370		740						

Asentamiento: 1 3/4 .plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 7 d. ....Kg/cm2  
 28 d. ....Kg/cm2

Observaciones: Mezcla usada en la mezzanina del sector sur del modelo.

MEZCLA NO. 22-L R'c 28 d Kgs/cm2 A/c : 0.678 Sacos/m3 7.8 Fecha. 28-1158

% Humedad para corrección  
 Arena. Seca  
 Piedra Seca  
 Piedra... 3.28  
 Cemento... 2.37  
 en peso seco arena...  
 % total agregados secos  
 arena... 41.9%  
 P.P.No 1 38.1%  
 P.P.No 2 .....

Porcentaje Totales en peso seco: 44.8%  
 Piedra 1 .....%  
 Piedra 2 .....%  
 Arena 32.2%  
 Cemento 13.7%  
 Agua 9.3%  
 Peso teóricigo húmedo por m3. 2433 .....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos								Lbs.	
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3		
PP N°1	1090											
Arena	786											
Cemento	332											
Agua	225											

Asentamiento:.. 1 1/2" plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. .... Kg/cm2  
 3 d. .. 152.8 .....Kg/cm2  
 Observaciones: Aditivo SONOTARD 7 d. ....Kg/cm2  
 2 onz/saco 28 d. ....Kg/cm2

MEZCLA No. 23-L. R'c 28 d Kgs/cm2 A/c : 0.64 Sacos/m3 7.8 Fecha. 29-11-58

Piedra... 3.28  
Cemento... 1.1

Dosificación en peso seco arena... 2.37

% Humedad para corrección Piedra... 4.4%  
Arenas... 41.9%  
P.P.No 1... 58.14%  
P.P.No 2... ..

% total agregados secos

Porcentaje Totales en peso seco: 45.0% Piedra 1 32.4% Piedra 2 32.4% Cemento 13.7% Agua 8.9%  
Peso teórico húmedo por m3. 2423.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos								Ibs.		
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3			
PP N°1	1090	1090	0										
Arena	786	823	37										
Cemento	332	--	--										
Agua	215	188											

Asentamiento: 2 1/4"....plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
3 d. ... 127.8.....Kg/cm2

Observaciones: Aditivo VACON A 7 d. ....Kg/cm2  
28 d. ....Kg/cm2  
21 gr/sacp

MEZCLA No. 24-P R/c 28 d 80 Kgs/cm2 A/c : 1.20 Sacos/m3 4.71 Fecha. 2-12-58

% Humedad para corrección Piedra 1%  
 Arena. 6.6%  
 Piedra... 5.70  
 Cemento. 4.25%  
 Dosificación en peso seco arena... 4.25%

% total agregados secos  
 arena .... 42.7  
 P.P.No 1 . 57.4  
 P.P.No 2 .....

Porcentaje Totales en peso seco: Piedra 1 16.9 % Piedra 2 20.0 % Arena 35.0 %  
 Cemento 8.24 % Agua 9.86%  
 Peso teórico húmedo por m3 2430 ..... Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s							Lbs.			
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3		
PP N#1	1140	1150	10	2530			5060						
Arena	850	900	50	4510			9020						
Cemento	200	200	--	4950			9900						
Agua	240	180	60	396			792						

Asentamiento: 2" .....plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. .... Kg/cm2  
 3 d. .... Kg/cm2  
 7 d. .. 102.7 ..... Kg/cm2  
 28 d. .... Kg/cm2

Observaciones: Concreto Pobre  
 +40 libras de agua en 3m3

MEZCLA No. 25-4. R'c 28 d

Kgs/cm2

A/c : 0.64

Sacós/m3

7.35

Fecha. 4-12-58.

Piedra... 3.56

Dosificación Cemento... 1.56

en peso seco arena... 2.56

% total agregados secos

arena ..... 42%  
P.P. No 1 ... 58%  
P.P. No 2 .....

% Humedad para corrección  
Arena. Seca  
Piedra Seca

Porcentaje Totales en peso seco: 45.9 %  
Piedra 1 33.0%  
Piedra 2 .....%  
Cemento 12.9%  
Agua 8.2%  
Peso teórico húmedo por m3. 2422 ....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos							Lbs.	
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3
PP No 1	1110										
Arena	800										
Cemento	312										
Agua	200										

Asentamiento: 2" ..plgs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. ....Kg/cm2  
3 d. ....Kg/cm2  
7 d. ... 218.1 ...Kg/cm2  
28 d. ....Kg/cm2

Observaciones: Aditivo: SONOTARD  
2 ens/saco

MEZCLA No 26-L R/c 28 d Kgs/cm2 A/c : 0.64 Sacos/m3 7.5 Fecha. 4-12-58

% Humedad para corrección Arena Seca Seta Piedra Seta  
 Dosificación en peso seco arena... 2.67  
 Piedra. 3.56  
 Cemento. 1  
 % total agregados secos  
 arena ..... 42%  
 P.P.No 1 . 58%  
 P.P.No 2 .....

Porcentaje Totales en peso seco: 45.5.%  
 Piedra 1 Piedra 2  
 45.5.% .....%  
 Cemento 13.2 %  
 Agua 8.4 %  
 Peso teórico húmedo por m3... 2417...Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.		
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3			
PP No1	1100												
Arena	794												
Cemento	319												
Agua	204												

Asentamiento:.. 2" .....plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 Observaciones: Aditivo VACON A 7 d. ... 217.0 .....Kg/cm2  
 20 gr/saco (0.05%) 28 d. ....Kg/cm2

MEZCLA No. 27-L R'c 28 d Kgs/cm2 A/c : 0.64 Satos/m3 7.53 Fecha. 4-12-58

% Humedad para corrección  
 Piedra... 3.47  
 Dosificación Cemento. 1  
 en peso seco arena... 2.50

% total agregados secos  
 arena ..... 41.9%  
 P.P.No 1 ..... 58.1%  
 P.P.No 2 ..... -----

Porcentaje Totales en peso seco: 45.6%  
 Piedra 1 Piedra 2 Arena  
 --- % 32.9%  
 Cemento 8.4%  
 Agua 8.4%  
 Peso teórico húmedo por m3. 2435 .....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.
	seco húm.	Reduc. agua	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3		
PP N°1	1110										
Arena	800										
Cemento	320										
Agua	205										

Asentamiento: 1.4"....plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 7 d. . 201.3 .....Kg/cm2  
 28 d. ....Kg/cm2

Observaciones: Mezcla testigo de las 25-L y 26-L  
 (Se procuró obtener igual asentamiento, variando la pasta)

MEZCLA No. 28-L. R'c 28 d 200 Kgs/cm2 A/c : 0.64 Sacos/m3 6.71 Fecha. 15-12-58

% Humedad para corrección  
 Arena. Seca  
 Piedra Seca  
 Piedra. 4.39  
 Dosificación en peso seco  
 Cemento 2.63  
 arena. 2.63

% total agregados secos  
 arena ..... 37.5%  
 P.P. NO 1 .. 25%  
 P.P. NO 2 .. 37.5%

Porcentaje Totales en peso seco: 20.3% Piedra 1 30.4% Aréna 11.5% Cemento 7.4% Agua %  
 Peso teórico húmedo por m3. 2467 ..... Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos								Lbs.	
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3		
PP N°2	750	Reduc. agua										
Arena	750											
Cemento	285											
PP N°1	500											
Agua	182											

Asentamiento: 1 1/4" .plgs. Resultados cil. de prueba:

1 d. .... Kg/cm2  
 3 d. .... Kg/cm2  
 7 d. .... 173 6. .... Kg/cm2  
 28 d. .... Kg/cm2

Observaciones:

MEZCLA N<sup>o</sup>. 29-L R/c 28 d 200 Kgs/cm<sup>2</sup> A/c : 0.68 Sacos/m<sup>3</sup> 6.35 Fecha. 5-12-58

% Humedad para corrección Arena. Seca Piedra Seca  
 Piedra... 4.76  
 Dosificación Cemento... 1  
 en peso seco arena...  
 arena ..... 35.8%  
 P.P.No 1 : 38.4%  
 P.P.No 2 : 25.8%

% total agregados secos

Porcentaje Totales en peso seco: 31.3% % Piedra 1 21.0 % Arena 29.2 % Cemento 1.10 % Agua 7.5 %  
 Peso teórico húmedo por m<sup>3</sup>. 2457.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m <sup>3</sup>		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.
	seco h <sup>úm</sup> .	Reduc. agua	1 m <sup>3</sup>	1 1/2 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	2 1/2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	3 1/2 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup>		
PP N <sup>o</sup> 2	515										
PP N <sup>o</sup> 1	770										
Arena	718										
Cemento	270										
Agua	184										

Asentamiento:.. 1/4"...plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm<sup>2</sup>  
 3 d. ....Kg/cm<sup>2</sup>  
 Observaciones: 7 d. .... 169.0....Kg/cm<sup>2</sup>  
 28 d. ....Kg/cm<sup>2</sup>

MEZCLA No. 30-L R'c 28 d 350 Kgs/cm2 A/c : 0.58 Sacos/m3 8.05 Fecha. 5-12-58

% Humedad para corrección Arena Seca Piedra Seca  
 Dosificación en peso seco Cemento. 1 arena... 3.57  
 en peso seco arena... 2  
 % total agregados secos arena... 36 %  
 P.P.No 1 P.P.No 2 64 %

Porcentaje Totales en peso seco: 49.9 % Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo  
 .....% .....% 28.0% 14.0.% 8.1% por m3 2444 ....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s Lbs.							
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3
PP N°1	1220									
Arena	684									
Cemento	342									
Agua	198									

Asentamiento: 1/2" ... plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. .... Kg/cm2  
 3 d. .... Kg/cm2  
 Observaciones: 7 d. .... 190.7 .... Kg/cm2  
 28 d. .... Kg/cm2

MEZCLA No. 31-L R/c 28 d 150 Kgs/cm2 A/c : 0.70 Sacos/m3 7.16 Fecha. 17-12-58

Piedra... 3.57  
 Dosificación Cemento. 1  
 en peso seco arena... 2.56  
 % Humedad Arena. Seca  
 para corrección Piedra Seca

% total agregados secos arena . . . . . 41.8  
 P.P.No 1 : 58.2  
 P.P.No 2 :

Porcentaje Totales en peso seco: Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo  
 45.5 % . . . . . % 32.8 % 12.8 % 8.9 % por m3 2381 . . . . . Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos Lbs.							
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3
PP Nel	1085									
Arena	780			2390						
Cemento	304			4110						
Agua	212			4780						

Asentamiento: . . . 1 1/2 . plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. . . . . Kg/cm2  
 3 d. . . 101.4 . . . . . Kg/cm2  
 Observaciones: Cemento Lara 7 d. . . 163.2 . . . . . Kg/cm2  
 Segregable, aspecto acuoso. 28 d. . . . . Kg/cm2

MEZCLA

Nº 32-L R'c 28 d 150 Kgs/cm2

A/c : 0.65

Sacos/m3 7.18

Fecha 18-12-58

Piedra... 3.68

Cemento... 1

en peso seco arena... 2.61

% total agregados secos

arena ... 41.6  
P.P.No 1 58.4  
P.P.No 2

% Humedad para corrección  
Arena. Seca  
Piedra Seca

Porcentaje Totales en peso seco: 46.3 % Piedra 1 33.0 % Piedra 2 8.1 % Agua 12.6 % Cemento 3.1 % Peso teórico húmedo por m3. 2418 ....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s							Lbs.
	seco húm.	Reduc. agua	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3	
PP Nº1	1120									
Arena	796									
Cemento	305									
Agua	197									

Asentamiento: 1 .....plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 Observaciones: Cemento Lara. Excesiva segregación. 7 d. .... 173.6 ....Kg/cm2  
 Desechada. 28 d. ....Kg/cm2

MEZCLA No. 33-L R'c 28 d 150 Kgs/cm2 A/c : 0.50 Sacos/m3 8.03 Fecha. 18-12-58

Piedra... 3.33  
 Dosificación Cemento... 1  
 en peso seco arena... 2.26  
 Arena. Seca  
 Piedra Seca  
 % Humedad para corrección  
 % total agregados secos  
 arena... 40.5  
 P.P.No 1 59.5  
 P.P.No 2

Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo  
 Porcentaje Totales en peso seco: 46.5 % .....% 31.7 % 14.0 % 7.8 % por m3 2439.....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos							Lbs.	
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3
PP N°1	1135										
Arena	772										
Cemento	341										
Agua	191										

Asentamiento: 1/4 .plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 Observaciones: Cemento Lara 7 d. ... 209.1 .....Kg/cm2  
 28 d. ....Kg/cm2

MEZCLA N<sup>o</sup>. 34-M R<sup>ic</sup> 28 d 150 Kgs/cm<sup>2</sup> A/c : 0.65 Sacos/m<sup>3</sup> 7.81 Fecha. 10.10-58

% Humedad para corrección Arena..... Piedra...  
 para corrección Piedra.... Dosificación Cemento...  
 en peso seco arena...

arena.. 41.9%  
 P.P.No 1 58.1%  
 P.P.No 2

% total agregados secos

Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo  
 % 45.0 % .....% 32.4% 13.7 % 8.9 % por m<sup>3</sup>. 2423 ....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m <sup>3</sup>		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.	Mezcla 11 pie <sup>3</sup>	
	seco	húm.	1/2 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	1 1/2 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	2 1/2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	3 1/2 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup>			
PP N <sup>o</sup> 1	1090	1100											280 Kg
Arena	786	823											210 Kg
Cemento	332	332											2 sacos
Agua	215	168											2 1/2 lat.

**Asentamiento:**.. 2 1/3 .pigs. **Resultados cil. de prueba:**  
 1 d. ....Kg/cm<sup>2</sup>  
 3 d. 137,2/152,8 ....Kg/cm<sup>2</sup>  
 7 d. 177.9/213.8 ....Kg/cm<sup>2</sup>  
 28 d. ....Kg/cm<sup>2</sup>

**Observaciones:** Esta mezcla es la misma 21-P pero con Cemento Lara.  
 Proporciones para mezcladora de 11 m<sup>3</sup>  
 (Ver cilindros MBM-334, 335, 336, 340, 341, 342 )



MEZCLA No. 36-P R/c 28 d (350) Kgs/cm<sup>2</sup> A/c : 0.586 Sacos/m<sup>3</sup> 8.87 Fecha. 23-12-58

Piedra. 2.89

Dosificación Cemento 1.07  
 5.2% en peso seco arena.

% Humedad para corrección  
 Arena. 5.2%  
 Piedra. 1%

% total agregados secos

arena ..... 41.7%  
 P.P.No 1 : 58.3%  
 P.P.No 2 : .....

Porcentaje Totales en peso seco: 44.2% Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo  
 % .....% .....% 31.6% 15.2% 9.0% por m<sup>3</sup>. 2468 Kgs.

Material	Parciales Kgs/m <sup>3</sup>		P e s o s a c u m u l a t i v o s							Lbs.
	seco	húm.	1/2 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	1 1/2 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	2 1/2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	3 1/2 m <sup>3</sup>	
Pp No1	1090	1100	10							
Arena	780	823	43							
Cemento	377	377								
Agua	221	168	53							

Asentamiento: 2 1/2" plgs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. 117.5 Kg/cm<sup>2</sup>  
 3 d. 220.3/236.2 Kg/cm<sup>2</sup>

Observaciones: 3 onz/saco de PLASTIMENT

9 cilindros  
 +8 "

tomados 1 hora dentro del camión mezclador.

(El 2º valor re-  
 presenta el pro-  
 medio de cilindros  
 tomados 1 hora  
 despues de preparada  
 la mezcla)

**MEZCLA** No. 37-J

R/c 28 d 150 Kgs/cm<sup>2</sup>

A/c : 0.79

Sacos/m<sup>3</sup> 5.7

Fecha. 3-1-59

Piedra... 4.92

Dosificación en peso seco arena...  
Cemento. 1.36  
Piedra... 3.36

% Humedad para corrección  
Arena... 4%  
Piedra... 1%

% total agregados secos

arena ... 40.6%  
P.P.No 1 36.0%  
P.P.No 2 23.4%

Porcentaje Totales en peso seco: Piedra 1 19.3% Piedra 2 29.6% Arena 33.4% Agua 7.8% Cemento 9.9% Peso teórico húmedo por m<sup>3</sup> 2438 Kgs.

Material	Parciales Kgs/m <sup>3</sup>		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.	
	seco húm.	Reduc. agua	1 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	1 1/2 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	2 1/2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	3 1/2 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup>		
PP N°2	470	475										
Arena	815	850										
Cemento	242	242										
PP N°1	720	727										
Agua	191	144	47									

Asentamiento:.. 1 1/2" plgs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. .... Kg/cm<sup>2</sup>  
3 d. .... Kg/cm<sup>2</sup>  
7 d. .... Kg/cm<sup>2</sup>  
28 d. .... Kg/cm<sup>2</sup>

Observaciones: Mezcla arenosa.

MEZCLA No 38-L R/c 28 d 150 Kgs/cm2 A/c : 0.71 Sacos/m3 6.63 Fecha. 3-1-59

% Humedad para corrección Arena 4% Piedra 1%  
 Dosificación en peso seco arena. Piedra. 4.04 Cemento. 2.58  
 % total agregados secos arena... 39% P.P.No 1 37% P.P.No 2 24%

Porcentaje Totales en peso seco: Piedra 1 19.0% Piedra 2 31.1% Arena 31.1% Agua 8.5% Cemento 12.0% Peso teórico húmedo por m3. 2415 Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		Pesos acumulativos								Ibs.	
	seco húm.	Reduc. agua	1 m3	1/2 m3	1 m3	1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3		4 m3
PP N°2	460	465	1020	1530	2040	2040	2040	2040	2040	2040	2040	
Arena	750	780	2730	4100	5460	5460	5460	5460	5460	5460	5460	
Cemento	290	290	3370	5050	6740	6740	6740	6740	6740	6740	6740	
PP N°1	710	717	4950	7930	9900	9900	9900	9900	9900	9900	9900	
Agua	205	163	360	540	720	720	720	720	720	720	720	

Asentamiento:.. 2 1/2" plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 7 d. ....Kg/cm2  
 28 d. ....Kg/cm2

Observaciones:

MEZCLA No. 39-P R/c 28 d 200 Kgs/cm2 A/c : 0.785 Sacos/m3 6.35 Fecha. 6-1-59

% Humedad para corrección Arena.. 4% Piedra.. 1%  
 Piedra.....i.  
 Dosificación Cemento. i.  
 en peso seco arena.....

% total agregados secos  
 arena ..... 37.7  
 P.P.NO 1 .. 37.4  
 P.P.NO 2 .. 24.9

Porcentaje Totales en peso seco: 30.1% Piedra 1 20.1% Piedra 2 20.1%  
 Cemento 11.0% Agua 8.1%  
 Areña 30.1%  
 Peso total húmedo por m<sup>3</sup> 2410 .....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s Lbs.							
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3
PP N°2	495	500	550	1100	1650	2200				
Arena	750	780	1405	2810	4215	5620				
Cemento	270	270	1700	3400	5100	6800				
PP N°1	743	750	2525	5050	7575	10100				
Agua	212	170	187	375	560	750				

Asentamiento:.... 3 1/2" plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. .... Kg/cm2  
 3 d. .. 144.8 ..... Kg/cm2  
 7 d. .. 199.1 ..... Kg/cm2  
 28 d. .. 242.0 ..... Kg/cm2

Observaciones:

MEZCLA No. 40-P R/c 28 d 250 Kgs/cm<sup>2</sup> A/c : 0.61 Sacos/m<sup>3</sup> 8.5 Fecha. 20-1-59

Piedra... 3.02  
 Cemento... 2.20  
 en peso seco arena... 2.20

% total agregados arena... 41.2  
 P.P.No 1 58.8  
 P.P.No 2 .....

% Humedad Arena... 4%  
 para corrección Piedra... 1%

Porcentaje Totales en peso seco: 44.8 % Piedra 1 Piedra 2 Arena Cemento Agua Peso teórico húmedo  
 .....% .....% 31.3% 14.8 % 9.1 % por m<sup>3</sup>. 2427 .....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m <sup>3</sup>		P e s o s a c u m u l a t i v o s Lbs.							
	seco húm.	Reduc. agua	1/2 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	1 1/2 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	2 1/2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	3 1/2 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup>
PP N°1	1087	18	1210	2420	3630					
Arena	760	30	2085	4170	6255					
Cemento	360	--	2480	4960	7440					
Agua	220	43	195	390	585					

Asentamiento:.. 2 1/4 .pigs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm<sup>2</sup>  
 3 d. ..184.6 .....Kg/cm<sup>2</sup>  
 Observaciones: Mezcla para las columnas del edificio Norte, 7 d. .. 233.0 .....Kg/cm<sup>2</sup>  
 es la 18-L modificada. 28 d. ....Kg/cm<sup>2</sup>

MEZCLA No 41-P . R/c 28 d 200 Kgs/cm2 A/c : 0.74 Sacos/m3 6.82 Fecha. 20-1-59

% Humedad para corrección Arena...4%. Piedra...1%.  
 % total agregados secos arena... 37.7  
 P.P.No 1 37.4  
 P.P.No 2 24.9

Porcentaje Totales en peso seco: Piedra 1 29.8% Piedra 2 19.9% Arena 30.0% Agua 8.5%  
 Cemento 11.8% Cimento 8.5%  
 Peso teórico húmedo por m3 2490 ....Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3	
PP N°2	495	500	550	1100	1650	2200					
Arena	750	780	1400	2800	4200	5600					
Cemento	290	290	1700	3440	5160	6880					
PP N°1	743	750	2545	5090	7635	10180					
Agua	212	168	185	370	555	740					

Asentamiento:.....plgs. Resultados cil. de prueba: 1 d. ....Kg/cm2  
 3 d. ....Kg/cm2  
 7 d. ....Kg/cm2  
 28 d. ....Kg/cm2

Observaciones: Esta mezcla es la misma 39-P aumentada en cemento, Para corregirla: se usó al principio del Ducto del Edif. Norte, fué sustituida por la 42-P, más arenosa.

**MEZCLA** N° 42-P

R'c 28 d 205 Kgs/cm2

A/c : 0.735

Sacos/m3

6.83

Fecha 4-3-59

% Humedad para corrección

Arena... 5%  
Piedra... 1%

Piedra. 4.1  
Cemento 2.79  
en peso seco arena..

% total agregados secos

arena.. 40.5%  
P.P.No 1 37.5%  
P.P.No 2 22.1%

Porcentaje Totales en peso seco: 29.7% Piedra 1 17.8% Piedra 2 11.6% Arena 32.4% Agua 8.5% Cemento 11.6% Peso teórico húmedo por m3... 2500 ..Kgs.

Material	Parciales Kgs/m3		P e s o s a c u m u l a t i v o s								Lbs.	
	seco	húm.	1/2 m3	1 m3	1 1/2 m3	2 m3	2 1/2 m3	3 m3	3 1/2 m3	4 m3		
PP N°2	445	450		990	1490							
Arena	810	855		2870	4300							
Cemento	290	290		3510	5260							
PP N°1	742	750		5160	7750							
Agua	213	155		340	510							

Asentamiento:.....plgs.

Resultados cil. de prueba:

1 d. ....Kg/cm2  
3 d. ....Kg/cm2  
7 d. ....Kg/cm2  
28 d. ....Kg/cm2

Observaciones: Mezcla usada en el Ducto del Edif. Norte, es la 41-P Modificada (más arena).-

INFORME SOBRE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE CAMPO CON  
ADITIVOS PARA CONCRETO

Aditivos propuestos:

PLASTIMENT: Anunciando como plastificador densificador, con efecto retardador, sin ser atrapador de aire; admite otros aditivos, aún salinos. Es un producto ampliamente conocido.

SONOTARD: Anunciando en la documentación técnica reducida que se nos suministró, como retardador a temperaturas ambientes, con usos similares al PLASTIMENT, con la sola limitación de no admitir aditivos salinos adicionales.

Aparentemente ninguno de estos dos productos tiene como efecto reducir la tensión superficial del agua, o sea, aumentar su poder humectante, su acción es de otro tipo, sobre la gelificación del cemento.

VACON "A": Anunciando como adelgazador plastificador, siendo también un moderado atrapador de aire. Su efecto parece provenir de fuertes efectos tensioactivos, siendo un humectante eficaz. La documentación técnica suministrada no aclara su tipo de acción.

Las proporciones de sodificación sugeridas son de este orden:

PLASTIMENT (líquido): De 2 a 4 onzas por saco de cemento.

SONOTARD (líquido): De 2 onzas por saco de cemento.

VACON "A" (polvo): De 0.05% a 0.15% -- 21 a 63 grms/sacos.  
0.75 a 2 onzas/saco.

Resumen de las experiencias realizadas: Plastiment, dado el uso común de este aditivo se decidió experimentarlo sobre un gran volumen de mezcla; con la intención de utilizarlo en el vaciado del puente Portachuelo (problema de obtener una alta resistencia con un agregado relativamente pequeño).

1ra. experiencia: (Con  $1/2 \text{ m}^3$ ).

<u>Mezcla testigo</u>	(12P)	(Pesos secos teóricos)	(Sin aditivo)
Proporciones por m <sup>3</sup>	P.P. No. 1	Arena	Cemento
	1000 Kgs.	800 Kgs.	410 Kgs. (9.65 sacos)
			Agua
			205 lts.

a) Fórmula original 1d. 231,3

Asentamiento 1/2" 3d. 234,0

4 cilindros. R<sup>c</sup> Kg/ 7d. 305,8  
cm<sup>2</sup> 28d. 298,5

b) Fórmula original + 7 L/m<sup>3</sup> agua (No hay cilindros)

c) Fórmula original + 26 L/m<sup>3</sup> agua 1d. 133.3

Asentamiento 3d. 230.2

4 cilindros R<sup>c</sup> 7d. 166.8

Kg/cm<sup>2</sup>. 28d. 267.4

d) Fórmula original + 45 L/m<sup>3</sup> agua. 1d. 116.2

Asentamiento 2.3/8" 3d. 184.6

20 cilindros Kg/cm<sup>2</sup> 14d. 287.2

28d. 305.0

Ira. mezcla con aditivo (16P) Plastiment. 4 onzas/sacodk (1/2 m<sup>3</sup>)

Proporciones por m <sup>3</sup>	P. P. No. 1	Arena	Cemento	Agua
	1100 Kgs.	823 Kgs.	377 Kgs. (8.89 sacos)	168 litros

Mezcla única (17 cilindros)

R<sup>c</sup> 1 d. (1 cil.) 117.5

Kg/cm<sup>2</sup> 3 d. (4 " ) 228.2

7 d. (4 " ) 269.5

14 d. (4 " ) 322.1

28 d. (4 " )

Asentamientos: Inicial 2 1/2", después de 1 1/4 horas dentro del camión con el agitador detenido: 1 1/2"; se tomaron cilindros de ambas mezclas, no habiendo encontrado diferencias, lo que con-

firma el efecto retardador del producto.

Para el vaciado de los anclajes del puente Portachuelo se utilizó la mezcla 16 P, con ajustes del

agua.-

Resultados:

- a) Asentamiento 13/4 (seca) (380 libras agua / m<sup>3</sup>.)
- b) Asentamiento 3" mezcla a) + 4 galones/m<sup>3</sup>.
- c) Asentamiento 3 1/4" (Muy flúida 400 libras auga/m<sup>3</sup>.)

Resultados hasta ahora:

R <sup>c</sup> Kg/cm <sup>2</sup> .	3 días	a)	313,8	
		b)	227,4	
		c)	282,7	R <sup>c</sup> promedio 274 Kg.m <sup>2</sup> .

Informe sobre las mezclas con Sonotard y Vacón "A"

1ra. serie de experiencias: Se trató de reproducir en el Laboratorio la mezcla utilizada en el vaciado de las placas y losas del modelo para ver si tenían algún efecto notable.

Mezcla 21P (Usada en las losas)

Proporciones por m <sup>3</sup> .	P.P. No. 1	Arena	Cemento	Agua
	1090 Kgs.	786 Kgs.	332 Kgs.	215 lts.

Asentamientos: De 1 1/3 a 2 1/2"

Resultados promedios de los cilindros con 2" de asentamiento;

R <sup>c</sup> Kgs./cm <sup>2</sup> .	3 d.	179.8
	7 d.	230.9
	28 d.	291.2

Mezcla 22 L (con Sonotard líquido 2 onzas/saco)

Proporciones por m <sup>3</sup> .	P. P. No. 1	Arena	Cemento	Agua
	1090 Kgs.	786 Kgs.	332 Kgs.	225 lts.

Asentamientos: 1 1/2 " Resultados (3 cil.)

R <sup>c</sup>	Kg./cm <sup>2</sup> .	3 d.	152.8
		7 d.	170.1
		28 d.	244.8

No hubo cambio en el aspecto de la mezcla.

Mezcla 23L (con Vacon "A", 20 gms./saco)

Proporciones	<u>P.P. No. 1</u>	<u>Arena</u>	<u>Cemento</u>	<u>Agua</u>
	1090 Kgs.	786 Kgs.	332 Kgs.	215 lts.

Asentamiento: 2 1/2" Resultados (3 cil.)

R <sup>c</sup>	Kg/cm <sup>2</sup> .	3 d.	127.8
		7 d.	179.2
		28 d.	231.7

2a. serie de experiencia: Se trató de ver si era posible reducir el contenido de pasta de las mezclas conservando el mínimo de asentamiento y la misma relación agua-cemento.

Mezcla Testigo 27L sin aditivo.-

Proporciones por m <sup>3</sup> .	<u>P. P. No. 1</u>	<u>Arena</u>	<u>Cemento</u>	<u>Agua</u>
	1110 Kgs.	800 Kgs.	320 Kgs.	205 lts.

Asentamiento: 1 1/3" Resultados (3 cil.)

R <sup>c</sup>	Kg/cm <sup>2</sup> .	7 d.	(1 cil. 201.3
		27 d.	(2 cil. 230.1
		y.	244.2

Promedio 27 días. 237.1 Kg./cm<sup>2</sup>.

Mezcla 25L Aditivo Sonotard - 2 onzas/saco

Proporciones por m <sup>3</sup> .	<u>P.P. No. 1</u>	<u>Arena</u>	<u>Cemento</u>	<u>Agua</u>
	1110 Kgs.	800 Kgs.	312 Kgs.	200 lts.

Asentamiento: 2"	Resultados, R' c	Kgs./cm <sup>2</sup>	7 d. (1 cil.)	218.1
			27 d. (2 cil.)	272.7
			y	274.1

Promedio 27 días. 273.4 Kg/cm<sup>2</sup>.

Mezcla 26L - Aditivo Vacon "A" -21 gms./saco

Proporciones por m <sup>3</sup> .	<u>P. P. No. 1</u>	<u>Arena</u>	<u>Cemento</u>	<u>Agua</u>
	1100Kgs.	794 Kgs.	319 Kgs.	204 lts.

Asentamiento 2"	Resultados,	R' c	Kg/ cm <sup>2</sup> .	7 d. (1 cil.)	217.0 .
				27 d. (2 cil.)	236.2 (cangrejera)
				y	269.5

Promedio 27 días. 252.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

Además de las mezclas anteriores, en el modelo de baranda se hizo un ensayo con Vacon "A" para ver si mejoraba la trabajabilidad de la mezcla con cemento Lara y el acabado final de ella.

Estas experiencias fueron hechas con la mezcladora, que no ofrece precisión en la dosificación del agua, siendo de dudoso valor los datos finales de R' c.

Se consignan sin embargo a continuación:

Proporciones generales:

<u>P. P. No. 1</u>	<u>Arena</u>	<u>Cemento</u>	<u>Agua</u>
1090 Kgs.	786 Kgs.	332 Kgs.	215 Lts.

Mezcla 34M Cemento Lara sin aditivos

R' c 3 d. 152.8 Kg/cm<sup>2</sup>

R' c 7 d. 213.8 " ASENTAMIENTO 1 1/2"

Mezcla 35M - Cemento Lara con Vacon "A" (21 gms/saco)

A) R'c 211.6 Kg/cm<sup>2</sup>. 7 d. Asentamiento 2 3/4 "

R'c 28 d.

B) R<sup>c</sup> (117.5/111.1) 3 d. asentamiento 3"

R<sup>c</sup> (164.3/177.3) 7 d.

Mezcla 21 P - Cemento La Vega solamente.-

R<sup>c</sup> (231,7) 7 d. Asentamiento 2 1/4"

R<sup>c</sup>

Se notó que el Vacón "A" corrigió la deficiencia de trabajabilidad del cemento Lara, respecto al cemento La Vega, no habiendo sin embargo una diferencia grande en el acabado, como no sea una reducción de las cangrejeras.

--- o o o ---

## A C E R O

ACERO.- Los ensayos realizados en el laboratorio para una muestra de acero son los siguientes:

1) Sección 2) Tensión 3) Clasificación 4) Ensayo de doblado al frío 5) tracción 6) Dureza.

Sección.- Para determinar la sección y el diámetro de una muestra de acero de sección circular se observa que no se puede medir exactamente en una forma directa debido a que en partes es mayor que en otra; por lo tanto se determina un valor promedio de la sección de la siguiente manera: se toma una muestra de longitud conocida y se pesa, conocido el peso específico del acero ( $7,84 \text{ gr/cm}^3$ ), dividimos el peso de la muestra entre el peso específico que nos dará como resultado el volumen de la muestra. Este, a su vez dividido entre la longitud, nos dá el area de la sección y conocida ésta, determinamos el diámetro.

No.	Largo cm.	Peso gr.	P.E. g/cm <sup>3</sup>	V=P/P.E. cm <sup>3</sup>	S=V/L cm <sup>2</sup>	Diámetro cm.pulg.	Peso K/ml

Tensión.- Este ensayo se hace para determinar el alargamiento de una muestra de acero sometida a la tensión.

Para este ensayo se toma una muestra no menor de 60 centímetros a la cual se le hacen marcas separadas a espacios de 1 pulgada, se somete la muestra a la tensión en la Máquina Universal, habiéndosele colocado previamente un compás sobre 2 marcas cuya distancia interceda en 3 pulgadas y a medida que se van aplicando cargas se vá probando con el compás para que nos indique cuando las puntas del compas no coinciden con las marcas, cuando esto sucede se dice que la muestra ha llegado a su punto cedente, es decir que la distancia entre las marcas se ha alargado; se continúan aplicando cargas con el fin de determinar la carga máxima de ruptura.

Para medir el alargamiento se procede de la siguiente manera: Se toman las dos partes de la muestra y se unen, se miden con el compás las distancias que existen entre 2" y 8", determinadas estas distancias se determina el % de alargamiento.

Cuando el alargamiento en 8" es del orden del 25% se dice que es un acero estructural y cuando es del orden del 10% se dice que el acero es duro.

No.	Punto cedente comercial			Carga máxima			Alargamiento		% de alargamiento	
	Kg.	K/cm2	L/pl2	Kg.	K/cm2	LB/pl2	2"	8"	2"	8"

Clasificación.- De acuerdo con la determinación del punto cedente y la carga máxima, y para los tipos de barras planas y barras deformadas, los aceros se clasifican en 3 tipos generales: estructural, intermedio y duro, de acuerdo con el cuadro siguiente:

#### REQUERIMIENTO PARA TENSION

	Barras Planas			Barras Deformadas		
	Grado Estruct.	Grado Intermed.	Grado Duro	Grado Estruct.	Grado Intermed.	Grado Duro
Esfuerzo de Tensión Lb/pl2	55.000 a 75.000	70.000 a 90.000	80.000 Min.	55.000 a 75.000	70.000 a 90.000	80.000 Min.
Punto Cedente Comercial Lb/pl2	33.000	40.000	50.000	33.000	40.000	50.000
Mínima Elongación en 8"	1.400.000		1.300.000	1.100.000		1.000.000
	St (esfuerzo de tensión)		St	St	St	St
Requerido	no menos del 20%		no menos del 16%	no menos del 16%		no menos del 12%

Generalmente, la carga máxima lo coloca dentro del tipo estructural, pero el punto cedente lo situa dentro del intermedio, pero para tener la certeza se recurre a la tercera fila (mínima elongación o alargamiento) cuyo cociente se localiza en la cuarta fila y nos da la clasificación verdadera.

Doblado en frío.- Este experimento se hace mediante una carga aplicada en el centro de la muestra de acero que esté colocada sobre dos apoyos.

Las características de ensayo y la forma de hacerlo están determinadas en el siguiente cuadro según el tipo de acero, que sea, (barra plana o deformada) según sea estructural, intermedio o duro.

#### REQUERIMIENTOS DE DOBLADO EN FRIO PARA BARRAS PLANAS

Diametro o lado de la barra en pulgad.	Grado estructural	Grado intermedio	Grado duro
menor de 3/4"	180° $d = t$	180° $d = 2t$	180° $d = 4t$
mayor de 3/4"	180° $d = t$	90° $d = 2t$	90° $d = 4t$

#### REQUERIMIENTOS DE DOBLADO EN FRIO PARA BARRAS DEFORMADAS

No. de barra	Grado estructural	Grado intermedio	Grado duro
menor a 3/4"	180° $d = 2t$	90° $d = 3t$	90° $d = 4t$
entre 3/4 y 1"	180° $d = 3t$	90° $d = 4t$	90° $d = 5t$
Mayor de 1"	180° $d = 4t$	90° $d = 5t$	90° $d = 6t$

Tracción. - Este experimento se hace con el fin de determinar el límite elástico y el módulo de elasticidad. Para este experimento se toma una muestra de acero a la cual se le coloca un Extensómetro de apreciación 0.001" en una longitud de 8" . Toda vez que la fuerza se aplica hacia los extremos, y al cabilla se coloca en el centro de los soportes del aparato, lo que indique el extensómetro será el doble de la deformación verdadera.

Una vez obtenidas las cargas se procede a la determinación de los esfuerzos ( $p$ ) que se obtienen dividiendo la carga entre la sección, luego se procede al cálculo de las deformaciones que vienen dadas en cm.cm que se obtienen dividiendo la deformación real entre la longitud total. Con estos datos se procede a la realización de un gráfico que tendrá como abcisa las deformaciones unitarias y como ordenada los esfuerzos. Este gráfico vendrá dado al principio por una recta, cuando esta recta comienza a deformarse se dice que llegó al límite elástico.

El módulo de elasticidad se define como la pendiente de la recta y se calcula por la fórmula:  $P/d$ .

P.: Esfuerzo en el límite elástico.

d.: Deformación unitaria.

Dureza: Para la determinación de la dureza se emplea el método Brinnell que consiste en hacer penetrar una esfera de acero en la muestra; pero en éste caso la fuerza que se aplica es constante, y la huella que deja la esfera se mide mediante un Microscopio óptico.

La esfera que se hace penetrar en la muestra tiene un diámetro de 10 mm. y la fuerza que se aplica es de 3.000 kg. durante un tiempo de 30 segundos.

El índice de dureza viene dado mediante la fórmula Brinnell:

$$BHN = \frac{P}{ND/2 (D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \text{Kg/mm}^2.$$

D: Diámetro de la esfera

d: Diámetro de la huella

p: Fuerza aplicada.

La resistencia a la tensión representa el 37% de la dureza original; se acostumbra hacer dos veces el experimento y luego se obtiene el promedio.

# I N F O R M E

Muestras N° 90003 al --008 Caracas: 8 de OCTUBRE de 1958

Material: Cabillas lisas cuadradas

Ensayo solicitado por: EMPRESA HELICOIDE

Muestras sacadas por: \_\_\_\_\_

Entregadas por: \_\_\_\_\_

Lugar donde fueron sacadas: Helicoide

Dueño o fabricante: No indicado

Fechas sacadas: 2-10-58

Fecha recibidas: 2-10-58

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS:

### 1)-Tensión

Muestra No.	Diámetro cms.	Diámetro plg.	Sección cm²	Pto. Cedente Comercial		Carga Máxima	
				Kg/cm²	lbs/plg²	Kg/cm²	lbs/plg²
1	3.20	1 1/4	10.24	2978.5	42363	4355.5	61948
2	3.20	1 1/4	10.19	2757.5	39221	4190.4	59600
3	3.20	1 1/4	10.19	2787.1	39640	4190.4	59600
4	2.54	1	6.14	3208.5	45634	4625.4	65787
5	2.54	1	6.15	2861.8	40703	4260.2	60592
6	2.54	1	6.12	3153.6	44853	4624.2	65769

### 2)-Alargamiento, doblado y clasificación

Muestra No.	% de alargamiento		Doblado en frío 180°	Clasificación
	en 2"	en 8"		
1	62.50	34.38	CONFORME	ESTRUCTURAL
2	62.50	37.50	"	"
3	62.50	34.38	"	"
4	50.00	29.69	"	"
5	50.00	31.25	"	"
6	50.00	31.25	"	"

Observaciones:

# I N F O R M E

Muestras N° 90009 al --014 Caracas: 8 de OCTUBRE de 1958

Material: Cabillas estriadas

Ensayo solicitado por: EMPRESA HELICOIDE

Muestras sacadas por: \_\_\_\_\_

Entregadas por: \_\_\_\_\_

Lugar donde fueron sacadas: Helicoide

Dueño o fabricante: No indicado

Fechas sacadas: 2-10-58

Fecha recibidas: 2-10-58

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS:

### f)-Tensión

Muestra No.	Diámetro cms.	Diámetro plg.	Sección cm <sup>2</sup>	Pto. Cedente Comercial		Carga Máxima	
				Kg/cm <sup>2</sup>	lbs/plg <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	lbs/plg <sup>2</sup>
1	2.54	1	4.86	3148.2	44776	4403.3	62628
2	2.54	1	5.01	2814.4	40029	3852.3	54791
3	2.54	1	4.98	2891.6	41127	4598.4	65403
4	2.22	7/8	3.92	3112.2	44264	4617.4	65673
5	2.22	7/8	3.98	3040.2	43240	4899.5	69685
6	2.22	7/8	3.95	3063.3	43569	4632.9	65893

### 2)-Alargamiento, doblado y clasificación

Muestra No.	% de alargamiento		Doblado en frío 180°	Clasificación
	en 2"	en 8"		
1	50.00	31.25	CONFORME	ESTRUCTURAL
2	56.25	37.50	"	"
3	50.00	31.25	"	"
4	43.75	28.13	"	"
5	43.75	26.56	"	"
6	50.00	29.69	"	"

Observaciones:

# I N F O R M E

Muestras N° 90015 al --020 Caracas: 8 de OCTUBRE de 1958

Material: Cabillas estriadas

Ensayo solicitado por: EMPRESA HELICOIDE

Muestras sacadas por: \_\_\_\_\_

Entregadas por: \_\_\_\_\_

Lugar donde fueron sacadas: Helicoide

Dueño o fabricante: No indicado

Fechas sacadas: 2-10-58

Fecha recibidas: 2-10-58

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS:

### 1)-Tensión

Muestra No.	Diámetro cms.	Diámetro plg.	Sección cm²	Pto. Cedente Comercial		Carga Máxima	
				Kg/cm²	lbs/plg²	Kg/cm²	lbs/plg²
<b>1</b>	<b>1.91</b>	<b>3/4</b>	<b>2.86</b>	<b>2867.2</b>	<b>48780</b>	<b>4720.3</b>	<b>67136</b>
<b>2</b>	<b>1.91</b>	<b>3/4</b>	<b>2.84</b>	<b>2922.5</b>	<b>41566</b>	<b>4823.9</b>	<b>68610</b>
<b>3</b>	<b>1.91</b>	<b>3/4</b>	<b>2.87</b>	<b>3031.4</b>	<b>43115</b>	<b>4947.7</b>	<b>70371</b>
<b>4</b>	<b>1.58</b>	<b>5/8</b>	<b>1.94</b>	<b>3247.4</b>	<b>46187</b>	<b>4948.5</b>	<b>70382</b>
<b>5</b>	<b>1.58</b>	<b>5/8</b>	<b>2.02</b>	<b>3069.3</b>	<b>43654</b>	<b>4653.5</b>	<b>66186</b>
<b>6</b>	<b>1.58</b>	<b>5/8</b>	<b>1.94</b>	<b>3041.2</b>	<b>43255</b>	<b>4587.6</b>	<b>65249</b>

### 2)-Alargamiento, doblado y clasificación

Muestra No.	% de alargamiento		Doblado en frío 180°	Clasificación
	en 2"	en 8"		
<b>1</b>	<b>50.00</b>	<b>29.69</b>	<b>Conforme</b>	<b>ESTRUCTURAL</b>
<b>2</b>	<b>43.75</b>	<b>25.00</b>	"	"
<b>3</b>	<b>43.75</b>	<b>26.56</b>	"	<b>INTERMEDIO</b>
<b>4</b>	<b>37.50</b>	<b>23.44</b>	"	"
<b>5</b>	<b>37.50</b>	<b>25.00</b>	"	<b>ESTRUCTURAL</b>
<b>6</b>	<b>37.50</b>	<b>25.00</b>	"	"

Observaciones:

# I N F O R M E

Muestras N° 90021 al --026 Caracas: 8 de OCTUBRE de 1958

Material: Cabillas estriadas

Ensayo solicitado por: EMPRESA HELICOIDE

Muestras sacadas por: \_\_\_\_\_

Entregadas por: \_\_\_\_\_

Lugar donde fueron sacadas: Helicoide

Dueño o fabricante: No indicado

Fechas sacadas: 2-10-58

Fecha recibidas: 2-10-58

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS:

### 1)-Tensión

Muestra No.	Diámetro cms.	Diámetro plg.	Sección cm²	Pto. Cedente Comercial		Carga Máxima	
				Kg/cm²	lbs/plg²	Kg/cm²	lbs/plg²
1	1.27	1/2	1.27	3370.1	47933	4905.5	69770
2	1.27	1/2	1.27	3346.5	47597	5015.7	71338
3	1.27	1/2	1.26	3412.7	48538	4960.3	70550
4	0.95	3/8	0.71	2985.9	42468	4112.7	58495
5	0.95	3/8	0.71	3028.2	43070	4056.3	57692
6	0.95	3/8	0.71	2985.9	42468	4126.7	58694

### 2)-Alargamiento, doblado y clasificación

Muestra No.	% de alargamiento		Doblado en frío 180°	Clasificación
	en 2"	en 8"		
1	37.50	25.00	Conforme	ESTRUCTURAL
2	37.50	23.44	"	INTERMEDIO
3	37.50	23.44	"	"
4	37.50	25.00	"	ESTRUCTURAL
5	37.50	25.00	"	"
6	37.50	25.00	"	"

Observaciones:

# I N F O R M E

Muestras N° 90027 al --029 Caracas: 8 de OCTUBRE de 1958

Material: Cabillas Lisas Redondas.

Ensayo solicitado por: EMPRESA HELICOIDE

Muestras sacadas por: \_\_\_\_\_

Entregadas por: \_\_\_\_\_

Lugar donde fueron sacadas: Helicoide

Dueño o fabricante: No indicado

Fechas sacadas: 2-10-58

Fecha recibidas: 2-10-58

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS:

### 1)-Tensión

Muestra No.	Diámetro cms.	Diámetro plg.	Sección cm²	Pto. Cedente Comercial		Carga Máxima	
				Kg/cm²	lbs/plg²	Kg/cm²	lbs/plg²
<b>1</b>	<b>0.64</b>	<b>1/4</b>	<b>0.32</b>	<b>3062.5</b>	<b>43558</b>	<b>3937.5</b>	<b>56003</b>
<b>2</b>	<b>0.64</b>	<b>1/4</b>	<b>0.32</b>	<b>3125.0</b>	<b>44446</b>	<b>4031.3</b>	<b>57337</b>
<b>3</b>	<b>0.64</b>	<b>1/4</b>	<b>0.32</b>	<b>3125.0</b>	<b>44446</b>	<b>4031.3</b>	<b>57337</b>

### 2)-Alargamiento, doblado y clasificación

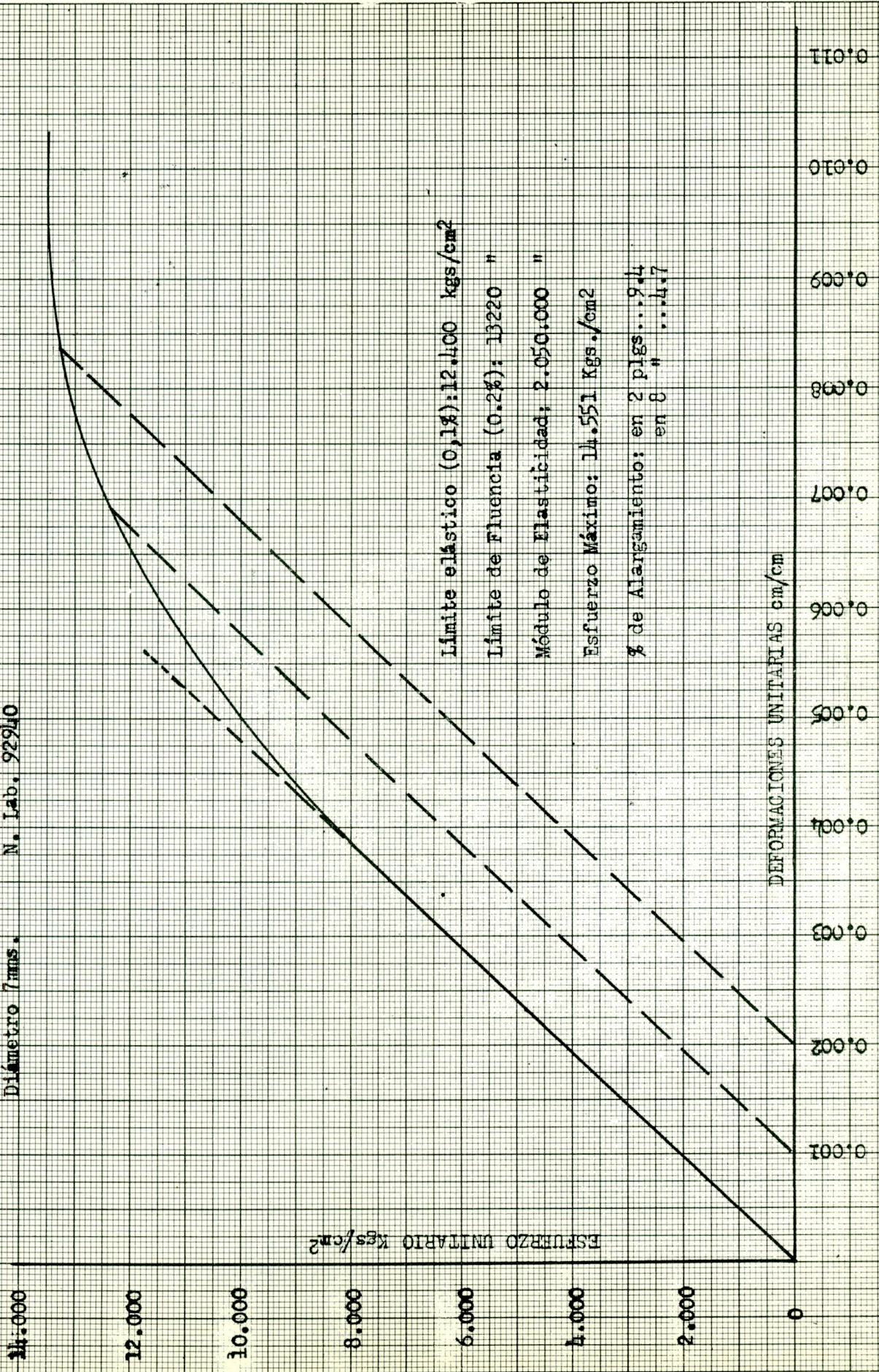
Muestra No.	% de alargamiento		Doblado en frío 180°	Clasificación
	en 2"	en 8"		
<b>1</b>	<b>25.00</b>	<b>20.32</b>	<b>conforme</b>	<b>ESTRUCTURAL</b>
<b>2</b>	<b>25.00</b>	<b>14.06</b>	<b>"</b>	<b>"</b>
<b>3</b>	<b>25.00</b>	<b>15.63</b>	<b>"</b>	<b>"</b>

Observaciones:

Ing. Director del Laboratorio

Acero especial usado en los puentes de concreto pretensado. HELICOIDE.

Diámetro 7mm. N. Lab. 92940



## SOLDADURAS

Antes de proyectar soldaduras deben tomarse en cuenta los siguientes detalles:

Debe tomarse muy en cuenta la accesibilidad a las juntas que se van a soldar, así como también asegurar al soldador el fácil y cómodo manejo del aparato de soldar.

El enfriamiento de las costuras no debe acelerarse por ningún medio artificial. Los electrodos y miembros por soldar deben estar exentos de humedad y de materias extrañas. Antes de soldar hay que limpiar cualquier sucio, ceniza, polvo, pintura o cualquier otra materia extraña.

Para que una soldadura se considere buena debe ofrecer un rendimiento no menor del 96%, es decir, el rendimiento de la pieza soldada no debe bajar del 96% del de la pieza en condiciones normales.

No debe emplearse más de un 33% de piezas soldadas en una armadura aunque la eficiencia sea perfecta.

Los ensayos anexos corresponden a soldaduras de las denominadas "A tope", que junto a las comúnmente llamadas "A solapa" y "Chaflán", son las más usadas en las construcciones normales.

En esos ensayos, por lo general se obtienen valores admisibles según las normas.



# INFORME

Muestras N° 99610 al --616 Caracas: 15 de ABRIL de 19 59

Material: Cabillas soldadas.-  
 Ensayo solicitado por: CONSORCIO ATECSA INACA QUIVENSA  
 Muestras sacadas por: " " " "  
 Entregadas por: \_\_\_\_\_  
 Lugar donde fueron sacadas: Helicoide de Roca Tarpeya.-  
 Dueño o fabricante: Consorcio A.I.Q.  
 Fechas sacadas: 14-4-59  
 Fecha recibidas: 15-4-59

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS:

MUESTRA No.	DIAMETRO Plgd.	TIPO SOLDADURA	RUPTURA		% EFICIENCIA
			Carga Kgs.	Sitio	
I	I I/4	Al Tope	40.600	Cabilla	100
2	" "	" "	37.800	Soldadura	93.10
3	" "	" "	34.400	Cabilla	100
4	" "	" "	37.100	"	100
5	I	" "	24.500	"	100
6	I	" "	23.600	"	100
7	I	" "	22.000	"	100

Observaciones: Nota: La muestra N° I presentó grietas transversales en ambos extremos de la soldadura.-

# INFORME

Muestras N° I08I42 al I44 Caracas: 27 de OCTUBRE de 1959

Material: Cabillas soldadas.-  
 Ensayo solicitado por: HELICOIDE S. A.  
 Muestras sacadas por: Helicoide.  
 Entregadas por: \_\_\_\_\_  
 Lugar donde fueron sacadas: Helicoide de la Roca Tarpeya.  
 Dueño o fabricante: A.I.Q.  
 Fechas sacadas: 26-10-59  
 Fecha recibidas: 27-10-59

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS:

MUESTRA No.	DIAMETRO Plgd.	TIPO SOLDADURA	RUPTURA		% EFICIENCIA
			Carga Kgs.	Sitio	
I08I42	I I/4	Al Tope	40.200	Cabilla	100
I08I43	I I/4	" "	40.400	" "	100
I08I44	I I/4	" "	40.800	" "	100

Observaciones:

Muestras N° 106146 al 153 Caracas: 10 de Septiembre de 19 59

Material: Cabillas Soldadas.-  
 Ensayo solicitado por: HELICOIDE S.A.  
 Muestras sacadas por: Consorcio A.I.Q.  
 Entregadas por:  
 Lugar donde fueron sacadas: Helicoide de la roca tarpeya.-  
 Dueño o fabricante: Helicoide.-  
 Fechas sacadas: 8-9-59  
 Fecha recibidas: 9-9-59

RESULTADO DE LOS ENSAYOS:

MUESTRA No.	DIAMETRO Plgd.	TIPO SOLDADURA	RUPTURA		% EFICIENCIA
			Carga Kgs.	Sitio	
1	I 1/4	Al Tope.	37.300	Cabillas	100
2	I 1/2	" "	35.400	Soldadura	96.7
3	I	" "	24.400	Cabillas	100
4	I	" "	23.500	Soldadura	96.7
5	7/8	" "	19.100	Cabillas	100
6	7/8	" "	18.600	" "	100
7	3/4	" "	13.200	" "	100
8	3/4	" "	13.800	" "	100

- Observaciones: a) Patrón N° 4 : 24.300 Kgs. carga de ruptura.  
 b) " " 2 : 36.600 " " "  
 c) Muestra N° 1 : lisa.-  
 " " 2 al 8 Estriadas.-

## BLOQUES DE ARCILLA

Los bloques de arcilla se usan general para platabandas y lozas; estos bloques también se usan en las paredes de carga y en los tabiques; cuando se usan como paredes de carga deben tener expuesta la cara de area mayor y cuando se usan como tabiques basta usarlos de manera que la cara horizontal sea la de menor area.- Los principales ensayos que se le hacen a los bloques son los siguientes :

- a) Medidas.-
- b) Peso del bloque.
- c) Ensayo a compresión.-
- d) Ensayo de absorción.-
- e) Ensayo a fléxión.

1) Medidas.- Basta con tomar varios bloques, tomar las medidas respectivas de cada uno de ellos y calcular los valores promedio de aquellos cuyo valor no sean muy diferentes. Las medidas a determinar son las siguientes: Largo Mayor, Largo Menor, Ancho y Alto. Una vez conocidas estas medidas podemos calcular el área de las secciones (área mayor y área menor) que son de mucha utilidad para determinar los valores en el ensayo a compresión; ensayo que explicaremos más adelante.

II.- Peso del Bloque.- Como lo indica el título basta con tomar el peso del bloque; peso que es necesario conocer para poder determinar el porcentaje de absorción (ensayo que explicaremos de una manera más detallada más adelante.)

III.- Ensayo a Compresión.- Para el ensayo a compresión basta con colocar el bloque en la máquina Universal y aplicarle una carga que aumenta progresivamente hasta que el bloque se parte; este valor de la carga máxima que resiste dividido por el área de la sección donde fué aplicada, que es ya conocida por conocer las medidas del bloque, nos dá, en Kg./cm<sup>2</sup>, el valor de la resistencia a compresión del bloque.

Se consideran aceptables los bloques cuando su resistencia a la compresión está entre los siguientes límites:

S/ área Menor..... 40 a 60 Kg/cm<sup>2</sup>.

Resistencia a la compresión.-

S/ área Mayor.....100 a 160 Kg/cm<sup>2</sup>.

IV).- Absorción.- Este ensayo consiste en averiguar el porcentaje en peso de la cantidad de agua absorbida por el material. Para la determinación de dicho porcentaje se procede de la manera siguiente: Se seca a 110°C. en un horno, se coloca el material en agua y se deja por espacio de 24 horas; al cabo de las cuales lo pesamos; para determinar la cantidad de agua absorbida, y procedemos a determinar el porcentaje de absorción de la manera siguiente:

$$\% \text{ Absorción: } \frac{\text{Ph}-\text{Ps}}{\text{Ps}} \times 100$$

Donde: Ph: peso húmedo.

Ps: peso seco.

El porcentaje de absorción no debe ser mayor del 18%.

Para la mejor comprensión y el mayor entendimiento en las páginas siguientes van anexos los datos concernientes a los ensayos realizados de los bloques utilizados en ciertas partes de la construcción del Helicoide de Roca Tarpeya.

ORIGEN: HELICOIDE C.A. Y "ARVENCA"

Fecha de Ensayo: 20-11-58

N	N	Fecha	Largo Mayor	Largo Menor	Ancho	Alto	Peso Kgs.	Area cm <sup>2</sup> .	Carga Máxima Kgs.	Esfuerzo Máximo Kg/cm <sup>2</sup>	Absorción
92447	1	14-11-58	40.5	34.0	20.7	26.0	14,050	703.8	18,900	26.8	11.39%
92448	2	"	40.4	34.0	20.2	25.6	13,550	686.8	18,300	26.6	10.20%
92449	3	"	40.5	34.0	20.3	26.0	13,650	690.2	19,700	28.5	12.49%
92450	4	"	40.0	33.8	20.4	26.0	14,050	689.5	18,000	26.2	10.64%
92451	5	"	40.0	33.6	20.8	25.8	13,750	698.8	20,800	29.7	11.35%

ORIGEN: " ARVENCA "

Fecha de Ensayo: 12-12-58

93754	1	8-12-58	39.5	34.0	20.3	19.5	7,450	690.2	34,300	49.7	13.4%
93755	2	"	39.3	34.0	21.0	19.5	7,500	714.0	24,900	34.8	13.2%
93756	3	"	40.0	34.2	20.5	19.5	7,500	701.1	28,000	39.9	14.3%
93757	4	"	39.5	34.0	20.2	19.5	7,400	686.8	28,700	41.8	12.6%
93758	5	"	39.6	34.0	20.5	19.5	7,500	697.0	32,300	46.4	13.2%
93759	6	"	39.2	34.0	20.2	19.5	7,000	686.8	33,500	48.7	12.9%

## BIBLIOGRAFIA

MANUAL DEL HORMIGON - Bureau of Reclamation

MANUAL DEL ARQUITECTO Y DEL CONSTRUCTOR- Kidder - Parker

NORMAS PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS DEL M.O.P.

NORMAS DEL A.S.T.M.

APUNTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCION - A. Valeri Pinaud

### DATOS SUMINISTRADOS POR:

Laboratorio de campo del Consorcio ATECSA - INACA - QUIVENSA.

Laboratorios de REVCA.

Fábrica Nacional de Cementos La Vega.

Laboratorio de Ensayo de Materiales U.C.V.

