

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE QUERÉTARO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

ESCUELA DE INGENIERÍA

INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE ADITIVOS EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO.

Biblioteca Central
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a :
GREGORIO LEDESMA LOZANO

Querétaro, Qro.

1979

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE QUERETARO



Escuela de Ingeniería

EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR

OFICIO NUM: 236

ASUNTO: SE APRUEBA TEMA
DE TESIS.

DICIEMBRE 8 DE 1976.-

SR. PASANTE GREGORIO LEDESMA LOZANO
P R E S E N T E .-

En respuesta a su atenta solicitud, relativa al Tema de Tesis Profesional, me permito comunicarle a Ud., el que para tal -- efecto fué propuesto por el SR. ING. ANGEL TREJO MOEDANO. El Título de Tesis será:

INVESTIGACION DEL COMPORTAMIENTO DE ADITIVOS EN LA FABRICACION
DE CONCRETO CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE QUERETARO.

INTRODUCCION.

PORCENTAJE DE CONCRETO EN LAS OBRAS
ADITIVOS EXISTENTES EN EL MERCADO

- CAPITULO I. BANCOS DE AGREGADOS PETREOS PARA EL CONCRETO
- 1-1 LOCALIZACION DE LOS AGREGADOS PETREOS (GRAVA)
 - 1-2 EXPLOTACION DE BANCOS PARA OBTENER AGREGADOS PETREOS (GRAVA)
 - 1-3 PROPIEDADES GEOLOGICAS DE LOS AGREGADOS PETREOS
- CAPITULO II. PRUEBAS FISICAS DE LOS AGREGADOS PETREOS:
- 2-1 ARENA

**



EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR

hoja n.ºm. 2

- a). DENSIDAD REALIZADO CON EL FRASCO DE LE CHATELIER
- b). ABSORCION
- c). PERDIDA POR LAVADO
- d). COLORIMETRIA
- e). PESO VOLUMETRICO SUELTO
- f). GRANULOMETRIA
- g). DENSIDAD POR EL METODO DEL PIGNOMETRO
- h). HUMEDAD

2-2 GRAVA

- a). ABSORCION
- b). PESO VOLUMETRICO
- c). GRANULOMETRIA
- d). HUMEDAD
- e). RELACION OPTIMA GRAVA ARENA

CAPITULO III DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO SIN ADITIVOS

- 3-1 DOSIFICACION
- 3-2 LEY DE FERET
- 3-3 TEORIA DE ABRAMS
- 3-4 PROCEDIMIENTO POR PESO DE CEMENTO

CAPITULO IV. DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON ADITIVOS

- 4-1 CLASIFICACION
 - a). RETARDANTE
 - b). ACELERANTE
 - c). REDUCTOR DE AGUA
 - d). INCLUSOR DE AIRE

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE QUERÉTARO



Escuela de Ingeniería

EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR

hoja n.ºm. 3

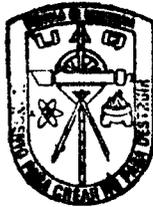
CAPITULO V. METODOS DE ELABORACION

- 5-1 FABRICACION A MANO
- 5-2 REVOLVEDORAS
- 5-3 PLANTAS DOSIFICADORAS

CAPITULO VI. COSTOS

CAPITULO VII. CONCLUSIONES

También hago de su conocimiento, las disposiciones de nuestra Escuela, en el sentido de que antes de su Examen Profesional deberá cumplir el requisito del Servicio Social y de que el presente oficio se imprima en todos los ejemplares de sus tesis.



ATENTAMENTE
"EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR".

ING. JUAN JOSE VAZQUEZ PEÑA.
DIRECTOR.

C.c.p.- Archivo Escuela de Ingeniería Civil.-Centro Universitario
C.c.p.- Mesa de Profesiones de la U.A.Q.- Centro Universitario.-
C.c.p.- Sr. Ing. Angel Trejo Moedano.- Presente.-

I N T R O D U C C I O N

PORCENTAJE DE CONCRETO EN LAS OBRAS

En el transcurso del siglo veinte se ha registrado una rápida y continua generalización de las construcciones de concreto. Hoy día continúa esa tendencia y proseguirá en el futuro.

Constantemente se requiere que se mejore el comportamiento del concreto, tanto para soportar cargas como para resistir el intemperismo, por tanto, cada vez es más necesario que las mezclas del concreto se fabriquen y se revuelvan bien.

Nuestro país es una obra en proceso de construcción, por donde quiera que miremos podemos observar el crecimiento acelerado de: Conjuntos Habitacionales, edificios comerciales, vías de comunicación y sistemas hidráulicos en los que el concreto ocupa un porcentaje muy elevado dentro de este conjunto de satisfactores.

ADITIVOS EXISTENTES EN EL MERCADO.

En la Cd. de Querétaro existen tres distribuidores de aditivos para concreto, los cuales son: FESTER DE MEXICO S. A. , PROCONSA S. A. y SIKA MEXICANA S. A.

C A P I T U L O I

BANCOS DE AGREGADOS PETREOS PARA EL CONCRETO.

1.1. LOCALIZACION DE LOS AGREGADOS PETREOS.

La localización de un depósito de cantera puede presisarse de la siguiente manera:

1.1.1).- Efectuando un estudio geológico de la zona que nos permita fijar en un mápa litológico los puntos donde pueden encontrarse tales agregados.

1.1.2).- Por medio de fotografías aéreas que nos delimiten estas zonas, tomando en consideración tanto la forma como la extensión superficial del posible yacimiento, su accesibilidad y el tipo de explotación -- más conveniente. Lo cual nos permite hacer una selección bastante atinada de los lugares más factibles.

1.1.3).- Estudio sobre el terreno de los puntos -- así seleccionados, con obtención de muestras a fin de comprobar si sus cualidades responden a nuestras necesidades.

Llevando a cabo estas con máquinas perforadoras con corona de diamante, generalmente de tres -- pulgadas de diámetro. Cuanto mayor sea el diámetro, --

más precisa será la determinación de los sistemas de--
 diaclasas y fracturas y su influencia en la posible ex--
 plotación de cantera.

1.1.4).- La determinación cuantitativa de su ex--
 tensión, que es conveniente efectuarla mediante proce--
 dimientos geofísicos basándonos en sondeos para defi--
 nir los perfiles transversales necesarios para su cubi--
 cación.

Desde el punto de vista constructivo reu--
 nimos a las distintas clases de agregados en dos gran--
 des grupos los primeros son aquellos que para su utili--
 zación solo se requieren las operaciones necesarias pa--
 ra su extracción y clasificación mientras que en los se--
 gundos se necesita además otra intermedia que consiste
 en su elaboración o trituración, por no ser utilizable
 con el tamaño que se extraen.

En los yacimientos naturales, los mate--
 riales están prácticamente sueltos, lo cual ya indica'
 al principio una obtención mas económica que los obte--
 nidos por trituración.

Además suele presentar importantes venta--
 jas, como por ejemplo:

- 1).- Por efecto del desgaste sufrido a lo largo de su'
 recorrido desde el lugar de origen al de almacenamien--
 to, se elimina la mayor parte de los deleznales, o --
 sea que se ha operado una primera selección.
- 2).- Como consecuencia del transporte, ha tenido lugar

en ellos una acción clasificatoria, encontrándose con granulometrías definidas y tanto mas uniforme cuanto mas lejos estan de su punto de origen.

3).- Su forma que suele ser redondeada con tendencia a los esferoides o elipsoides con superficie rugosas y ásperas que favorecen su trabajabilidad y cohesión en el concreto donde se emplean. Estos depósitos se encuentran en las terrazas de los ríos, en las zonas inferiores de sus valles, en los cauces, estuarios, deltas y depositos lacustres.

Quando no se dispone de depósitos de --- agregados naturales directos y se encuentran en cambio formaciones de basaltos, caliza, andesita, etc. - de carácter "sano" y en condiciones de ubicación, espesor y cantidad convenientes para abrir "frente", se pueden obtener en forma triturada tanto agregados finos como gruesos.

1.2 EXPLOTACION DE BANCOS PARA OBTENER AGREGADOS --- PETREOS.

1.2.1).- La extracción de las graveras no presenta problema alguno, pues los materiales que las componen, procedentes de la erosión por el agua, los han depositado practicamente sueltos y sólo compactados por razón de su propio peso. Por medio de palas mecánicas excavadoras, o simplemente cargadoras, son extraídos y cargados en camiones de volteo que los llevan a la instalación de clasificación por tamaños.

1.2.2).- Para los yacimientos de cantera, el sistema de extracción que usualmente se emplea en Querétaro; es el llamado a "cielo abierto ó a tajo" explotación -- que consiste en formar frentes de ataque y bermas o plataformas.

La altura de éstos y el ancho de la berma' depende del equipo empleado, de las características físicas de la roca y de la posición de sus estratos.

El arranque de los agregados puede efectuarse por medios mecánicos (barretas, escarificadores) - ó mediante explosivos; pero en forma general los pasos' a seguir para su explotación son:

- 1.- Despalme.
- 2.- Ataque.
- 3.- Selección.
- 4.- Trituración.
- 5.- Tratamiento.

Ahora bien, la forma de los agregados indirectos dependen del equipo de trituración que sea utilizado y estos fincan sus bases de funcionamiento en dos' teorías:

La Ley de kick, que señala que "la energía requerida para producir análogos cambios de tamaño en - cuerpos geoméricamente similares y de igual estado tecnológico, varía directamente con los volúmenes ó pesos' de dichos cuerpos" y la ley de Rittinger la cual indica que "la energía requerida en la trituración es proporcional al área de las nuevas superficies resultantes de la trituración.

Sin embargo, no siempre son aplicables para predecir los resultados que se van a obtener con -- una trituradora para un material determinado, ó lo que es lo mismo, que trituradora se necesita para obtener' resultados satisfactorios con tal material. Lo más aconsejable es efectuar un ensayo con una planta piloto, y seleccionar la trituradora tomando en cuenta las si -- guientes consideraciones:

- 1).- Importancia de la forma y tamaño del producto que se desea obtener.
- 2).- La curva granulométrica para conocer los porcentajes de cada uno de los tamaños.
- 3).- Posibilidad de variación de los tamaños del producto triturado para hacer frente a las oscilaciones -- que pueda tener en el mercado consumidor.
- 4).- Reducción al mínimo de los tamaños invendibles -- que conducirían a un aumento de costo de los tamaños -- comerciales.

1.3. PROPIEDADES GEOLOGICAS DE LOS AGREGADOS PETREOS .

La mayoría de los factores relacionados -- con depósitos de agregados, están referidos a la historia geológica de la región circundante. Dichos proceesos que originaron la formación de los depósitos o sus modificaciones posteriores, son los responsables de su tamaño, forma localización, redondez, granulometria, -- tipo y resistencia, etc. otros factores que determinan su utilización.

Me referire concretamente a las rocas y en tendiendo por roca cualquier material masivo formado por un mineral o la mezcla de varios, pero como sabemos rocas hay muchas clases y por consiguiente cualquier roca triturada natural puede producir agregados más o menos duros, más o menos densos, más o menos gruesos. Unos serán buenos, otros regulares y otros inutilizables, según sean las propiedades básicas de las rocas originarias.

Empleando el criterio más común de clasificación podemos reunir a las rocas en tres grandes grupos:

- 1.- Las igneas.
- 2.- Las sedimentarias.
- 3.- Las metamórficas.

De las cuales haremos un ligero estudio mencionando solamente sus características más importantes en cuanto a su aplicación al concreto, sin entretenernos en su composición química que puede determinarse mediante los métodos clásicos de análisis químicos y exámenes petrográficos.

1.3.1).- Las rocas igneas:

Estas son originadas directamente por la consolidación de un magma procedente del interior de la corteza terrestre y podemos dividir las en:

Plutónicas o Intrusivas, consolidadas a grandes profundidades bajo un régimen de enfriamiento

lento por lo que resultan de una textura granulada.

Hipoabisales o Filonianas, que se consolidan a profundidades intermedias con un enfriamiento mas o menos lento y por etapas por lo que presentan estructuras porfirioides y microgranuladas.

Las Efusivas o Volcánicas que se consolidan en la superficie y por consiguiente sujetas a un enfriamiento rapido que les determina una estructura microgranulada o vítrea.

La mayor parte de las rocas intrusivas (granito sienitas, grabos) ó sus equivalentes hipobisales (porfiritas, diabasas etc.) dan buenos agregados, duros y tenaces.

Aunque tienen el inconveniente de alterarse con la intemperie tanto por la coalinización de los feldespatos como por la cloronitización de las micas y la oxidación de los elementos de ferromanganesio.

Estas mismas familias en su versión volcánica (riolitas, andesitas, basaltos) pueden dar buenos áridos, pero hay que conservar cierta cautela en función de su posible contenido de grasas que dan

lugar a texturas vacuolares poco densas y resistentes; o bien por su contenido de sílice libre que determina un estado químicamente inestable y capaz de reaccionar con los álcalis del cemento provocando su desintegración.

1.3.2).- Las rocas sedimentarias:

Estas son como su nombre lo indica, - estratificadas y muy variadas, las hay muy duras, - - otras muy blandas, unas son densas otras bastante ligeras las hay muy compactas y también porosas, en -- fin, su capacidad para proporcionar buenos agregados varía en igual proporción.

Estas rocas pueden ser de origen Detrítico, Químico y Organico. Las de origen detrítico se presentan desde los conglomerados hasta las lutitas' pasando por toda la gama de las areniscas; su principal característica es el tamaño de los granos que -- las componen y en el empleo de los conglomerados -- hay que tener en cuenta además de la granulometría y cohesión la naturaleza litológica tanto de los cantos como de aglomerante. Las calcárcas suelen dar -- mejor agregado.

En cuanto a las areniscas se presenta demasiado variadas como las silíceas, formadas de -- canto y aglomerante de ese material, las molasas, de

canto de sílice y aglomerante calcáreo, las arcosas o granitos alterados, cuya bondad suele ser función de su contenido de arcilla.

Finalmente las lutitas que son formadas por el endurecimiento de depósitos de limo y arcilla. Por lo general son inapropiadas como agregados ya que, parte de su blandura y poca resistencia y densidad, - por su estructura laminar se rompe en forma tubular - adoptando en el concreto orientaciones laminares que, producen superficies de falla.

Entre las rocas sedimentarias de origen químico deben usarse las de naturaleza caliza, ya que las silíceas dan mal resultado por su poca densidad y gran absorción.

Por último dentro de este tipo de rocas tenemos las de origen orgánico, que en general son de buena calidad especialmente las calizas bioclasticas, formadas por los restos de antiguos seres vivos cementados por un aglomerante también calizo.

1.3.3).- Las Rocas metamórficas.

Estas rocas provienen de la transformación de las ya pre-existentes, bajo la acción de los fenómenos de temperatura, presión y fluidos químicamente activos. Son rocas que presentan característi-

cas intermedias entre las de los dos grupos que acabamos de describir, ya que junto al carácter cristallino y granular de sus componentes, estos se encuentran dispuestos en capas como las sedimentarias.

Entre las más frecuentes están los -- gneis, que son duros y tenaces como las rocas plutónicas, salvo que presenten una equistividad muy desarrollada que puede proporcionarles las características indeseables. Las cuarcitas cuya aptitud para dar buenos áridos es función del grado de estabilidad de la sílice que las compone, y los mármoles -- que proporcionan siempre buenos agregados calcáreos y resistentes.

Ahora bien, hay que tener en cuenta a una infinidad de procesos secundarios, la acción de los agentes atmosféricos, de las aguas subterráneas, de ciertos seres orgánicos que son capaces de desarrollar una serie de procesos mecánicos, físicos y químicos que termina por desintegrar la roca más -- dura, caolinizado feldspatos, descalcificado los -- elementos calizos, oxidando o reduciendo los elementos, sulfatando los sulfuros, disolviendo y arras--trando los elementos solubles o simplemente rompiendo las masas y desgastando sus superficies. Así un granito llega a convertirse en arena y un basalto -- en arcilla. Es más durante estos procesos continuos, a partir de ciertos grados ya no podemos hablar de tal granito o de tal basalto y es de suma importancia al estudiar cualquier yacimiento metamórfico --

averiguar si existe este proceso en acción ó meteori-
zación de la roca y hasta qué profundidad han alcan-
zado sus efectos.

CAPITULO II

PRUEBAS FISICAS DE LOS AGREGADOS PETREOS.

2.1. ARENA.

DENSIDAD: Se llama densidad relativa, a la relación entre el peso de un volumen dado de material saturado y superficialmente seco y el peso del mismo - volumen de agua destilada a 4 °C de temperatura.

a).-DENSIDAD REALIZADO CON EL FRASCO DE "LE CHATELIER".

EQUIPO: Balanza de torsión de 1 kg. de capacidad y 0.1 grs. de sensibilidad.

Frasco de "Le Chatelier".

Brochuelo de cerdas.

Recipiente para la muestra.

PROCEDIMIENTO:

1.- Se afora con agua el frasco de "Le Chatelier, haciendo coincidir al menisco inferior en la -- marca 0.

2.- Se seca el interior del cuello del frasco.

3.- Se pesan en la balanza de torsión 50 -
grs. del material.

4.- Se vierte en el frasco de "Le Chate --
lier", los 50 grs. de la muestra. Esta operación se /
debe hacer con el brochuelo.

5.- Se toma el frasco de "Le Chatelier", -
inclinado hacia un lado, y se agita mediante giros --
hasta expulsar totalmente el aire arrastrado por el -
material.

6.- Se pone el frasco de "Le Chatelier" en
posición vertical y se hace la lectura al nivel del -
menisco inferior. Esta lectura se anota y da directamente
el volumen de la muestra introducida.

7.- Se pesa el sobrante de la muestra y se
anota.

$$\text{CALCULO: Densidad} = \frac{P}{V} = \frac{50\text{grs}}{20.4 \text{ cc.}} = 2.45$$

P.- Peso de 50 grs. de material de arena saturada y -
superficialmente seca.

V.- Volumen deslojado en el frasco de "Le Chatelier"

b).- ABSORCION:

Es la cantidad de agua retenida por la arena
después de estar sumergida en ella durante 24 horas -
se expresa como porcentaje del peso seco del material.

Equipo que se utilizará en esta prueba.

Balanza de torsión de 1 Kg. de capacidad y
0.1 grs de sensibilidad.

Charola de lámina galvanizada.

Molde en forma de cono truncado, de lámina galvanizada de 88.9 mm. de diámetro inferior y - - - - 38.1 mm. de diámetro superior por 73.0 mm. de altura.

Pisón metálico con peso de 33.6 grs. de -- 25.4 mm. de diámetro en su cara de apisonar.

Placa de vidrio o cualquier otro material no absorbente.

Estufa ó parrilla.

Cuchara de albañil.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Se toma la muestra que se dejó sumergida en agua - durante 24 horas, y se escurre el agua sobrante.
- 2.- Se extiende sobre la placa de vidrio.
- 3.- Se remueve frecuentemente hasta considerar que sólo haya perdido el agua superficial.
- 4.- Se llena el molde.
- 5.- Se compacta suavemente con el pisón, dando 25 golpes.
- 6.- La arena se deja al ras del borde del molde.
- 7.- Se levanta el molde y se observa el comportamiento de la arena moldeada.

NOTA: Si al quitar el molde la arena moldeada muestra una superficie plana en su base superior, repítase la prueba hasta que al quitar el molde, forme la arena un cono, lo que indicará que se encuentra superficialmente seca.

- 8.- Se pesan 500 grs. de la arena que formó el cono y se anota este peso.

9.- Se seca en la estufa o parrilla el material, hasta peso constante. Las pesadas deben hacerse estando el material frío.

10.- El peso del material seco se anota.

CALCULO:

$$\text{Porcentaje de Absorción} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

B.- Peso de la muestra saturada.

A.- Peso de la muestra seca.

c).- **PERDIDA POR LAVADO:** La presencia de material de tamaño menor de 0.074 mm. (malla Núm. 200) en una arena, puede ser considerada como impureza y por lo tanto, es necesario conocer su cantidad.

EQUIPO:

Balanza de torsión de 1.0 Kg. de capacidad -- y 0.1 grs. de sensibilidad.

Charola o recipiente de tamaño suficiente para contener la muestra cubierta con agua y permitir -- agitaciones vigorosas sin pérdida de muestra o agua.

Malla Núm. 200 (0.074 mm.)

Parrilla

Agitador.

Piceta.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Se toma una muestra representativa de arena obtenida por cuarteo.
- 2.- Se seca la muestra en estufa a temperatura no mayor de 110 °C. hasta obtener peso constante.
- 3.- De la muestra seca se pesan 500 grs. y se registra dicho peso.
- 4.- Se vierte esta cantidad de muestra en la charola y se cubre con agua.
- 5.- Se agita vigorosamente, teniendo cuidado de no perder ni muestra ni agua.
- 6.- Se vacía el agua sobre la malla núm. 200 (0.074mm.) se repiten las operaciones cuantas veces sean necesarias hasta obtener una agua de lavado completamente limpia.
- 7.- Se regresa el retenido en la malla núm. 200 (0.074 mm.) a la charola de lavado.
- 8.- Se seca en la estufa a parrilla hasta obtener peso constante.
- 9.- Se pesa el material ya seco y se registra su peso.

CALCULO:

Porcentaje de material fino que pasa por la malla núm. 200 (0.074 mm.) = $\frac{P-p}{P} \times 100$

P.- Peso original de la muestra.

p.- Peso seco del material lavado.

d).- COLORIMETRIA.

Prueba de colorimetría para conocer la presencia de materia orgánica en la arena en cantidad superior a la aceptable. La materia orgánica es una de las impurezas de la arena, por lo tanto, se debe conocer su contenido.

EQUIPO:

Botellas de vidrio incoloro de 250 ml. Con tapón de hule y con marcas cada 25 ml. (biberones).

Solución de sosa cáustica (30 grs. por lt. de solución).

Parrilla eléctrica o de gasolina.

Vidrio color normal.

Balanza de torsión de 1 Kg. de capacidad.

Charola pequeña para secado de la arena.

Cuchara de albañil pequeña, o espátula.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Se toma una muestra representativa de la arena que se va a ensayar, que pese alrededor de 500 grs.
- 2.- Se seca la arena a una temperatura que no pase de 110 °C.
- 3.- Se pone en la botella hasta la marca 125 ml. la arena seca y fria.
- 4.- Se agrega la solución de sosa cáustica hasta que el volumen de la arena y el líquido, una vez agitada lleguen a la marca 200ml.

5.- Se tapa la botella con el tapón del hule, se agita vigorosamente durante dos minutos y se deja reposar durante 24 horas.

6.- Transcurrido este tiempo, se compara por transparencia el color del líquido que se encuentra sobre la arena, con el vidrio color normal (ámbar).

Si el color del líquido arriba de la arena, es más claro que el vidrio normal, indica que el contenido de material orgánica es inferior al límite fijado: por lo tanto, la arena es aceptable. Si al contrario, el color del líquido es más oscuro que el del vidrio color normal, y por lo tanto el contenido de materia orgánica puede ser superior al límite aceptable, la arena deberá ser estudiada más detenidamente. En este caso, conviene lavar la arena y hacer nuevamente la prueba colorimétrica. Si con esto se obtiene un color más claro que en la primera prueba, e inferior al límite, esto indicará que sí existía materia orgánica, en cuyo caso la arena podrá ser usada en la elaboración de concretos, previo lavado. En cambio, si se obtiene nuevamente el mismo color oscuro superior al límite a pesar de sucesivos y enérgicos lavados, esto indica que posiblemente dicho color no sea motivado por la presencia de materia orgánica, sino por pequeños contenidos de carbón mineral, minerales de fierro, o manganeso; los cuales no son perjudiciales para el concreto, en cuyo caso, la arena podrá ser usada sin previo lavado.

e).- PESO VOLUMETRICO SUELTO.

El peso volumétrico es la relación entre el peso del material y el volumen ocupado por el mismo; expresado en kilogramos por metro cúbico.

Se usará invariablemente para la conversión de peso o volumen; es decir, para conocer al consumo de agregados por metro cúbico de concreto.

EQUIPO:

Báscula de 125 Kg. de capacidad.

Cucharón.

Pala.

Medida de volumen con su peso propio conocido.

Rasero.

Charola.

PROCEDIMIENTO:

1.- Determinación del peso volumétrico suelto de la arena. En la medida se vierte la arena dejándola caer con un deslizamiento continuo desde una altura de mas o menos 50 mm. del borde de la medida, hasta que el material colocado forme un cono natural, cuyos taludes lleguen arriba de la junta entre la extensión y la medida misma. La medida no debe rá moverse durante la operación.

2.- Terminado el llenado anterior, se quita la extensión.

3.- A continuación se recorre el rasero sobre los bordes -- de la medida, tantas veces como sea necesario, para obte--ner una superficie precisamente plana, procurando no originar movimientos o vibraciones durante la operación.

4.- Se pesa la medida con su contenido de arena, y se anota el peso obtenido.

CALCULO:

$$\text{Kg./m}^3 = \frac{P - p}{V} \times 1000$$

P.- Peso propio de la medida más peso del material en Kg.

p.- Peso propio de la medida en Kg.

V.- Volumen medido del material en Lt. c

f).- GRANULOMETRIA:

El análisis granulométrico de un agregado, consiste en separar y conocer los porcentajes de cada tamaño.

EQUIPO:

Balanza de torsión, con capacidad para 1 Kg. y 0.1 grs. de sensibilidad.

Juego de mallas de 203 mm. (8") de diámetro, números 4 (4.69 mm.), 8 (2.38 mm.), 16 (1.19 mm.), 30 (0.395 mm.), 50 (0.297 mm.) y 100 (0.149 mm.), fondo y tapa (clasificación estándar).

Charola de lámina galvanizada.

Brochuelo de cerda y cepillo de alambre.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Se cuartea la muestra total de la arena previamente secada, hasta obtener 500 grs. con aproximación al 0.1 grs.
- 2.- La cantidad de muestra pesada se cernirá en las mallas superpuestas de mayor a menor.
- 3.- Vertida la muestra sobre la malla superior (núm. 8) la operación de cribado se hará soportando la serie de mallas sobre los dedos e inclinándola de un lado a otro, a la vez que golpeando sus costados con las palmas de las manos.
- 4.- Una vez que se haya comprobado que cada malla ha dado paso a todo el material menor que su abertura, para lo cual se habrá observado que durante un minuto no pasa más que el 1% del retenido y las porciones se colocarán en recipientes por separado para después -- pesarlos.
- 5.- Las mallas deberán quedar siempre limpias después de vaciar su contenido y para esto se utilizará el cepillo de alambre o brochuelo, según la abertura entre hilos.
- 6.- Se pesa cada una de las porciones obtenidas en el cribado, con aproximación hasta de 0.1 grs. en el orden de tamaños correspondientes, haciendo un registro. La suma de los pesos deberá coincidir con el peso total de la muestra empleada con aproximación menor de 1 gr. Por esta razón se conservarán por separado las distintas porciones después de pesadas, para en caso necesario comprobar los pesos obtenidos.

El módulo de finura (M.F.) de una arena se obtiene mediante la suma de los porcentajes --

acumulados retenidos en las cinco mallas usadas, desde la número 8 hasta la número 100 (0.149 mm.) inclusive, dividida entre 100.

$$\text{M.F.} = \frac{207.96}{100} = 2.07$$

CLASIFICACION DE LA ARENA POR SU MODULO DE FINURA.

CLASE	M.F.	
Arena gruesa.	2.50	3.50
Arena fina	1.50	2.50
Arena muy fina	0.50	1.50

g).- DENSIDAD POR EL METODO DEL PIGNOMETRO.

Se llama densidad relativa a la relación - entre el peso de un volumen dado de material saturado y superficialmente seco y el peso del mismo volumen de agua destilada a 4 °C de temperatura.

EQUIPO:

Báscula de 125 Kg. de capacidad.

Bote vertedor de 15 ó 20 lts. de capacidad

(PIGNOMETRO).

Charola.

Cucharón.

Probeta graduada de 1.000 ml. y vasos.

NOTA: Esta prueba se hizo con agua potable y temperatura ambiental.

PROCEDIMIENTO:

1.- Se afora el pignómetro con agua potable.

- 2.- Se pesan 5 Kg. de material saturado (Seco superficialmente).
- 3.- Se vierte el material poco a poco evitando salpicaduras y procurando que no arrastre aire.
- 4.- El volumen de agua desalojada deberá medirse cuando termine totalmente el escurrimiento.

CALCULO:

$$\text{Densidad} = \frac{A}{B}$$

A.- Peso del material usado para la prueba.

B.- Volumen total desalojada, expresado en Kg. (1 lt. = 1 Kg.)

h).- HUMEDAD.

La humedad en un agregado está compuesta por dos valores: humedad de absorción más humedad superficial.

EQUIPO:

Balanza de torsión de 1 Kg. de capacidad y 0.10 grs. de sensibilidad.

Charola.

Brochuelo.
Estufa o parrilla.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Se toma una muestra representativa del material - mediante cuarteo.
- 2.- Se toma del material el peso necesario (200 grs) se pesa y se anota.
- 3.- Se seca en estufa o parrilla a una temperatura de 100 a 110 °C hasta peso constante. Las pesadas se hacen estando el material frío.
- 4.- Se pesa en la balanza el material ya seco, y se - registra el peso.

CALCULO:

$$\text{Porcentaje de humedad total} = \frac{P - p}{p} \times 100$$

P.- Peso original de la muestra.

p.- Peso seco.

2.2.- GRAVA.

ABSORCION: Es la cantidad de agua retenida por un material, después de estar sumergido en ella - durante 24 horas se expresa como porcentaje del peso' seco de dicho material.

EQUIPO:

Balanza de torsión de 1 Kg. de capacidad y 0.1 grs. de sensibilidad.

Estufa o parrilla.

Una charola de lámina galvanizada.

Franela o toalla de papel.

PROCEDIMIENTO:

1.- Se toma la muestra que se dejó sumergida 24 horas en agua, y se seca superficialmente, con la franela o con unas toallas de papel.

2.- Se pesa exactamente 1 Kg. y se anota este peso.

3.- Se seca en la estufa o parrilla, tantas veces como sean necesarias hasta obtener un peso constante. - Las pesadas deben hacerse estando el material frío.

4.- Se pesa el material seco y se anota el valor - -- obtenido.

CALCULO:

$$\text{Porcentaje de Absorción:} = \frac{B-A}{A} \times 100$$

B.- Peso de la muestra saturada.

A.- Peso de la muestra seca.

B).- PESO VOLUMETRICO.- El peso volumétrico es la relación entre el peso de un material y el volumen ocupado por el mismo, expresado en kilogramos por metro'

cúbico. Se usará invariablemente para la conversión - de peso a volumen; es decir, para conocer el consumo' de agregados por metro cúbico de concreto.

EQUIPO:

Báscula de 125 Kg. de capacidad.

Cucharon.

Pala

Medida de volumen con su peso propio - conocido.

Rasero.

Charola.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Se vierte la grava en la medida dejándola caer --- de una manera uniforme hasta llenarla totalmente.
- 2.- El enrase se hará con el rasero, coriéndolo sobre los bordes de la medida, y sacando todo el material - que se oponga a su libre movimiento en caso de ser -- grava de diámetro pequeño. Si la grava tiene mayor -- diámetro, el enrase se hará a mano, tratando de que - el material no sobresalga de los bordes de la medida.
- 3.- Los espacios vacíos dejados en la operación de en rase, se llenarán acomodando grava en ellos, manualmente, pero sin ejercer ninguna presión.
- 4.- Se pesa la medida con su contenido de grava, y se anota el peso obtenido.

CALCULO:

$$\text{Peso volumétrico Kg./m}^3 = \frac{P - p}{V} \times 1000$$

P.- Peso propio de la medida más peso del material en Kg.

p.- Peso propio de la medida en Kg.

V.- Volumen medido del material en lts.

c).- GRANULOMETRIA:

El análisis granulométrico de un agregado consiste en separar y conocer los porcentajes de cada tamaño.

EQUIPO:

Báscula de 125 Kg. de capacidad.

Cucharón.

Pala

Medida de volumen con su peso propio conocido.

Rasero.

Charola.

Juego de tamices de 305 ó 406 mm. (12" ó 16") de diámetro con abertura cuadrada - de 152.4 mm. (6") 76.2 mm. (3") 38.1 mm. (1 1/2") 19.1 mm. (3/4), 9.5 mm. (3/8") y 4.76 mm. (3/16 mm.).

Charola de lámina galvanizada.

PROCEDIMIENTO:

1.- La muestra se cernirá en las mallas especificadas, separando en charolas los retenidos - - -

correspondientes. Se deberá tener cuidado de que no queden partículas aprisionadas entre los alambres - que forman las mallas.

2.- Una vez separado el material, se procederá a pesar cada porción en charolas taradas. Los pesos obtenidos deberán registrarse.

El módulo de finura de una grava se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados - retenidos en las mallas usadas, dividida entre 100, más cinco unidades.

$$\text{Grava M.F.} = \frac{296}{100} + 5 = 7.96$$

d).- HUMEDAD:

La humedad en un agregado ésta compuesto por dos valores: humedad de absorción mas -- humedad superficial.

EQUIPO:

Balanza de torsión de 1 Kg. de ca-- pacidad y 0.10 grs. de sensibilidad.

Charola
Estufa o parrilla

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Se toma una muestra representativa del material mediante cuarteo.
- 2.- Se toma del material el peso necesario, de acuerdo a la siguiente tabla.

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO DE LA MUESTRA
mm.	pulgadas.	en Kg.
menor de 4.76	menor de 3/16	0.200
4.76 a 19.1	3/16 a 3/4	0.500
19.1 a 38.1	3/4 a 1 1/2	1.000
mayor de 38.1	mayor de 1 1/2	cantidad suficiente.

Se pesa y se anota.

- 3.- Se seca en la estufa ó parrilla a una temperatura de - - 100° C. hasta peso constante. Las pesadas se hacen estando el material frío.
- 4.- Se pesa en la balanza el material ya seco, y se registra el peso.

CALCULO:

$$\text{Porcentaje de humedad total} = \frac{P - p}{p} \times 100$$

P.- Peso original de la muestra.

p.- Peso seco.

e).- RELACION OPTIMA GRAVA-ARENA.

Se conoce como razón óptima grava-arena, a la relación que existe entre el peso de una cantidad de grava y el de arena necesaria y suficiente para -- llenar los vacíos de la grava y dar así a la mezcla -- una densidad máxima.

EQUIPO:

Báscula de 125 Kg. de capacidad.
medida de volumen con peso propio conocido.

Charola.

Cucharón.

Pala.

Rasero.

PROCEDIMIENTO.

1.- Se elaborará una tabla en la que deben constar: -- distintos porcentajes de grava y arena tal como van -- variando en las mezclas en estudio. Estos porcentajes deben variar para ambos materiales entre 0 y 100 %.

2.- Se toma una muestra representativa de cada uno de los materiales por separado (arena-grava).

3.- Se determina por separado el peso volumétrico de' cada uno de los materiales. Las pesadas (peso neto), ' su promedio y peso volumétrico se registra en las columnas correspondientes de la tabla.

4.- En el orden que se indica en la tabla se hacen mezclas de arena y grava, para determinar su peso volumétrico en la siguiente forma:

a).- Se toma el peso necesario de cada material de acuerdo con el porcentaje que se trate de estudiar.

b).- Se mezclan los materiales en una charola, procurando que no se produzcan segregaciones. Esto se logra mediante revolturas consecutivas y regulares.

c).- Una vez mezclados los materiales se determinará un peso volumétrico, de acuerdo con los sistemas y cuidados ya establecidos y los resultados en - - - Kg. / m³. se anotarán en el sitio correspondiente.

d).- Para cada porcentaje distinto de los materiales en estudio. Se requiere hacer tres pruebas consecutivas, de las cuales dos de ellas, por lo menos, deben coincidir con una aproximación menor de 5 Kg. / m³.

5.- Se repiten las operaciones anteriores con cada uno de los distintos porcentajes que se estudian.

6.- Los resultados obtenidos en el transcurso de la prueba (pesos volumétricos en Kg./ M³) deberán ser interpretados gráficamente en el papel milimétrico, en el cual se tomará como eje horizontal las variaciones del porcentaje de cualquiera de los materiales, y como eje vertical los valores Kg./M³ de las mezclas correspondientes.

7.- Los puntos así obtenidos determinan una curva, en la que el porcentaje correspondiente a la ordenada máxima es el adecuado para la mezcla.

El cociente que resulta de dividir el porcentaje de la grava entre el de la arena, da el valor numérico de la razón grava-arena buscada.

Invariablemente se notará que a medida que se incrementa uno de los materiales en la mezcla, los pesos irán aumentando hasta un porcentaje dado, para luego decrecer. Una vez obtenido el peso óptimo bastarán dos o tres puntos más bajos para dar por terminada la prueba.

NOTA: Estas pruebas son las utilizadas en la SARH

C A P I T U L O I I I

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO SIN ADITIVOS.

3.1. DOSIFICACION.

La dosificación de las mezclas para concreto es la determinación de la combinación más económica y práctica de ingredientes para concreto, que sea manejable en su estado plástico y que desarrolle las propiedades requeridas cuando endurezca. Así, una mezcla para concreto correctamente dosificada logra tres objetivos.

- 1.- La manejabilidad del concreto recién mezclado.
- 2.- Las propiedades que se requieren en el concreto endurecido.
- 3.- Ser económico.

La manejabilidad es la propiedad que determina la facilidad con que puede colarse el concreto recién mezclado, consolidarse completamente, y terminarse -- correctamente sin segregación peligrosa.

Aun que la manejabilidad es difícil de medir los técnicos experimentados la pueden apreciar con facilidad.

Por tanto, la dosificación del concreto es al mismo tiempo un arte y una ciencia.

Si se usan materiales aceptables, las -

Propiedades del concreto endurecido como la resistencia a los cambios de congelamiento o la fusión, la impermeabilidad, la resistencia al desgaste, y la resistencia, dependen de la selección de una pasta de cemento adecuada, es decir, una que tenga una relación suficientemente baja de agua-cemento y una cantidad adecuada de aire incluida. Estas propiedades, y por tanto la calidad del concreto deseada, se puede obtener completamente sólo con buen colado y acabado, así como con el curado adecuado.

Para obtener economía, en la dosificación se debe reducir al mínimo la cantidad necesaria de cemento sin sacrificar la calidad del concreto. Como la calidad depende principalmente de la relación agua-cemento, la cantidad de agua debe reducirse al mínimo para reducir la cantidad de cemento necesario. Las etapas del procedimiento para disminuir al mínimo el agua y el cemento necesario incluyen el uso de:

- 1.- La mezcla menos plástica que sea posible.
- 2.- Agregados del tamaño máximo posible.
- 3.- La relación óptima de agregados finos a agregados gruesos.

Los costos relativos de los agregados finos y gruesos deben considerarse también para determinar las propiedades más económicas de la mezcla.

En 1926, Féret anunció la siguiente ley:

"Cualquiera que sean la naturaleza y el tamaño de los agregados pétreos, las proporciones en que se mezclen el cemento, la arena, la grava y el agua; cualquiera que sean la consistencia y el grado de cohesión de las mezclas, la resistencia de todos los morteros y concretos que es posible preparar con un mismo cemento no depende mas que de la relación: - - - - - Cemento/ Agua + Huecos".

$$\text{Es decir } R = K \frac{C}{a + c + h}$$

En donde a, c y h representan los volúmenes absolutos ocupados por el agua, el cemento y los huecos respectivamente.

Por lo tanto la ley de Féret dá la base que ha de servir para la determinación de los proporcionamientos, encaminados a la obtención de concreto de mayor resistencia; por lo siguiente:

Expresa la necesidad de reducir a cero el volumen de vacíos, obteniendo una compacidad tal que: $c + a + s + g = 1$. En donde s representa el volumen absoluto de la arena y g el del agregado grueso. De esta relación se puede obtener:

$$R = K \frac{1}{1 + a/c} \quad 2$$

Expresa que para una dosificación de cemento "C" determinada, la resistencia obtenida será tanto mayor - cuanto menor sea "a", lo que extraña la investigación - de la composición granulométrica que; sin detrimento -- de la compacidad del concreto permita reducir al mínimo la cantidad de agua necesaria para el mezclado del concreto.

Indica, que la resistencia del concreto no varia rá mientras se conserve constante la relación a/c, lo - que a su vez obliga a disminuir "a" siempre que se re-- duzca "c".

Esto se cumple siempre que pueda conseguirse la' compacidad total del concreto en estado fresco, condi-- ción que limita al margen de validez de la ley que per-- mite determinar la resistencia en función de la rela--- ción a/c.

Sin embargo no se puede disminuir indefinidamen- ta la cantidad de agua sin provocar a partir de una cier ta dosificación de agua la aparición de huecos de volu- men equivalente. A partir de dicho límite, la disminu--- ción de la cantidad de cemento dá por resultado la ob-- tención de concretos poco dóciles para su colocación.

3.3. TEORIA DE ABRAMS.

El doctor A. Abrams. expresó su teoría así:

"Para materiales dados y condiciones de manipulación semejantes la resistencia del concreto queda fijada por la relación de volumen de agua de mezcla al volumen de cemento empleado, siempre y cuando se obtengan mezclas plásticas manejables".

Esta teoría fué comprobada por él, y mediante un gran número de pruebas demostró además que la -- resistencia de los concretos depende de la relación Agua/Cemento, y que la trabajabilidad de los mismos es función del módulo de finura de los agregados.

Partiendo de su experiencia el Dr. Abrams formuló las expresiones siguientes que sirven para fijar de antemano la resistencia de ciertos concretos a los 28 días, en función de la relación agua/cemento.

$$F'c = \frac{980}{B^x}$$

En donde:

$F'c$ = A la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, en especímenes estándar.

x = A la relación agua/cemento en peso.

B = Constante que depende del tipo de cemento empleado, Esta constante adquiere los siguientes valores.

Cemento tipo I

$B = 17$

Cemento Tipo II	B = 10
Cemento Tipo III	B = 7

En ésta fórmula general se puede hacer variar el coeficiente B, teniendo siempre en cuenta las condiciones de trabajo y la forma de expresar la relación A/c tanto en volumen como en peso.

Por lo tanto tenemos:

A.- Para condiciones comunes de trabajo y expresando la relación A/c en volumen:

$$f'c = \frac{980}{9^a / 33} \text{ (Kg./m}^2\text{)}$$

B.- Para condiciones comunes de trabajo y expresando la relación A/c en peso.

$$f'c = \frac{980}{28.4^{a/33}} \text{ (Kg./ m}^2\text{)}$$

C.- En condiciones rígidas de trabajo y utilizando una relación A/c en volumen.

$$f'c = \frac{980}{7^{a/33}} \text{ (kg./m}^2\text{)}$$

D.- Para condiciones rígidas de trabajo y expresando la relación A/c en peso.

$$f'c = \frac{980}{19.4^{a/33}} \text{ (Kg./ cm}^2\text{)}$$

En estas expresiones "a" significa la cantidad de litros de agua por saco de cemento de 50 Kg.

de peso. Podemos despejar de estas fórmulas la cantidad de agua:

$$a = \frac{33 (\log. 980 - \log. f'c)}{\log. 9} \quad \text{para condiciones comunes.}$$

$$a = \frac{33 (\log. 980 - \log. f'c)}{\log. 7} \quad \text{para condiciones rígidas.}$$

3.4 PROCEDIMIENTO POR PESO DE CEMENTO

La determinación de los pesos de la re-voltura, por metro cúbico de concreto puede efectuarse mejor con los siguientes pasos.

Paso 1.- Selección del revenimiento. Si el reveni miento no está especificado, puede escogerse un va lor apropiado para la obra.

Los valores del revenimiento se aplican cuando la vibración se utiliza en la consolidación del concreto. Deben usarse las mezclas con la consistencia más rígida que se pueda colocar eficientemente.

REVENIMIENTOS RECOMENDADOS PARA DIVERSOS
TIPOS DE CONSTRUCCIONES.

TIPO DE CONSTRUCCION	REVENIMIENTO EN CM.	
	MAXIMO	MINIMO
Zapatas y muros de <u>cimen</u> tación reforzadas. - - - -	8	2
Zapatas y muros de sub-- estructura no reforzada. - -	8	2
Vigas y muros reforzados. -	10	2
Columnas de edificios - - -	10	2
Losas y pavimentos. - - - -	8	2
Concreto en masa. - - - - -	5	2

Paso 2.- Selección del tamaño de agregado. Los agregados bien graduados con el tamaño máximo mayor tienen menos vacíos que los de tamaño máximo menor. De ahí que los concretos con agregado de mayor tamaño requieran menos concreto por unidad de volu -

men de concreto. En general, el tamaño máximo del agregado debe ser el mayor económicamente disponible y compatible con las dimensiones de la estructura. En ningún caso el tamaño máximo deberá exceder de un quinto de la menor dimensión entre los lados de la cimbra, un tercio del peralte de las losas, ni de las tres cuartas partes del espaciamiento mínimo libre entre varillas individuales de refuerzo, haces de varillas, o cables pretensados. Estas limitaciones en ocasiones se evitan si la trabajabilidad y los métodos de consolidación son tales que el concreto pueda colocarse sin dejar zonas en forma de panal o vacíos. Cuando se desee un concreto de alta resistencia, se pueden obtener mejores resultados reduciendo al máximo el agregado; porque éste produce resistencias más altas con una relación agua/cemento adecuada.

Paso 3.- Estimación del agua de la mezcla y del contenido de aire.

La cantidad de agua por volumen unitario de concreto que se requiere para producir un revenimiento depende del tamaño máximo, de la forma de las partículas y graduación de los agregados, y de la cantidad de aire incluido. La cantidad de cemento no la afecta mucho. La siguiente tabla proporciona estimaciones de la cantidad de agua en la mezcla requerida por el concreto, en función del tamaño máximo de agregado, con aire incluido y sin él.

Según la textura y forma del agregado, los requisitos del agua en la mezcla pueden ser mayores o menores que los valores tabulados, pero éstos ofrecen suficiente aproximación para una primera estimación. Estas diferencias de demanda de agua no se reflejan necesariamente en la resistencia, puesto que pueden estar involucrados otros factores compensatorios. Por ejemplo, con un agregado grueso angular y

uno redondeado, ambos de buena calidad y graduación semejante, puede esperarse que se produzcan concretos que tengan resistencias semejantes utilizando la misma cantidad de cemento, independientemente de las diferencias en la relación agua/cemento resultante de los distintos requisitos de agua de la mezcla. - La forma de la partícula, por encima o por debajo del promedio adecuado para producir la resistencia requerida.

REQUISITOS APROXIMADOS DE AGUA DE LA MEZCLA Y CONTENIDOS DE AIRE PARA DIFERENTES REVENIMIENTOS Y TAMAÑOS MÁXIMOS DE AGREGADO.

Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregado indicado.

Revenimiento cm.	10 mm.	13 mm.	20 mm.	25 mm.	40mm.	50mm.	75mm.
---------------------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------

Concreto sin aire incluido.

3 a 5	205	200	185	180	160	155	145
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170
Contenido de aire por cento.	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3

Concreto con aire incluido.

3 a 5	180	175	165	160	145	140	135
8 a 10	200	190	180	175	165	155	150
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160
Contenido de aire por cento.	8	7	6	5	4.5	4	3.5

En la tabla anterior se indica la cantidad aproximada de contenido de aire atrapado que se espera encontrar en concreto sin aire incluido, y muestra los niveles recomendables de contenido promedio de aire para concreto.

Paso 4.- Selección de la relación agua/cemento. La relación agua/cemento requerida se determina no sólo por los requisitos de resistencia, sino también por factores como la durabilidad y propiedades para el acabado. Puesto que distintos agregados y cementos producen generalmente resistencias diferentes con la misma relación agua/cemento es muy conveniente conocer o desarrollar la función entre la resistencia y la relación agua/cemento y de los materiales que se usarán realmente.

CORRESPONDENCIA ENTRE LA RELACION AGUA/CEMENTO Y LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESION.

Resistencia a la compresión a 28 días, Kg/cm ² .	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	—
400	0.43	—
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Paso 5.- Cálculo del contenido de cemento. La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto se obtiene de las determinaciones hechas en los pasos 3 y 4. El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua'

en la mezcla (paso 3), dividido entre la relación agua/cemento (paso 4).

Sin embargo, si la especificación señala por separado un límite mínimo de cemento mayor que el requerido por resistencia y durabilidad, la mezcla deberá basarse en el criterio, cualquiera que sea, que conduzca al de mayor canti-dad de cemento.

Paso 6.- Estimación del contenido de agregado grueso. Los agregados que tengan esencialmente la misma granulome-tría y tamaño máximo, deben producir un concreto de tra-abajabilidad satisfactoria cuando se emplea un volumen determinado de agregado grueso y seco, compactado con una varilla estándar, por volumen unitario de concreto. Los valores apropiados de este volumen de agregados se dan en la tabla siguiente. Se puede observar que para igual manejabilidad, el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto depende sólo del tamaño máximo y del grado de finura del agregado fino. Las diferencias en las cantidades necesarias de mortero para la trabajabilidad con agregados distintos, debidas a tales diferencias a la forma y graduación de las partículas, se compensan automáticamente con el menor contenido de vacíos en el agregado seco y compactado con varilla.

Estos volúmenes se convierten en el peso seco de agregado grueso requerido por metro cúbico de concre-to, al multiplicarlos por el peso volumétrico del agre-gado grueso seco y compactado con varilla.

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO.

Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de la arena.

Tamaño máximo de agregado mm.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Paso 7.- Estimación del contenido de agregado fino. Al terminar el paso 6, todos los ingredientes del concreto estarán -- estimados, a excepción del agregado fino. Esta cantidad -- se determina por diferencias. Se pueden emplear dos procedimientos: el método por "peso" o el método por "volumen absoluto".

En este caso solo hablaré del método por -- "peso".

Si se supone el peso del volumen unitario -- de concreto o se puede estimar por la experiencia, el peso requerido de agregado fino es sencillamente la diferencia entre' el peso del concreto fresco y el peso total de los otros ingredientes. Frecuentemente el peso unitario del concreto es cono-

cido con una razonable aproximación por experiencias anteriores. En ausencia de esta información se puede utilizar la siguiente - tabla para hacer una primera estimación. Aunque el peso estimado por metro cúbico de concreto es poco aproximado, las proporcio-- nes de la mezcla deben ser suficientemente exactas para permitir ajustes fáciles con base en las revolturas de prueba.

PRIMERA ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO FRESCO.

Primera estimación del peso volumétrico
del concreto Kg/m³.

Tamaño máximo del agregado mm.	Concreto sin aire incluido.	Concreto con aire incluido.
10	2285	2190
13	2315	2235
20	2355	2280
25	2375	2315
40	2420	2355
50	2445	2375
75	2465	2400
150	2505	2450

Paso 8.- Ajuste por humedad de los agregados. Hay que tener en cuenta la humedad de los agregados para pesarlos correctamente. Generalmente los agregados están húmedos y a su peso seco debe sumarse el peso del agua que contienen, tanto absorbida como superficial. El agua de la mezcla que va a agregarse a la revoltura debe reducirse en una cantidad - - igual a la humedad que contiene el agregado, esto es, humedad total menos absorción.

PROPORCIONAMIENTO NORMAL.-

Resistencia a la compresión de 200 Kg/m^2 a los 28 días revenimiento de 10 cm: agregado grueso del Núm. 40 .

El peso del agregado grueso, compactado con varilla y seco es de 1570 Kg/m^3 .

Cemento tipo I y peso específico de 3.15

El agregado grueso tiene un peso específico 2.58' y una absorción de 1.6 por ciento

El agregado fino tiene un peso específico de 2.38, una absorción de 4% por ciento y un modulo de finura de 2.57.

1o. Revenimiento de 8 a 10 cm. .

2o. Tamaño Max. 40 m m.

3o. Agua de la mezcla 175 lts. = 175 Kg/m^3

4o. Relación Agua/Cemento 0.70

5o. Contenido de Cemento 175 = 250 Kg/m^3
0.70

6o. Estimación del contenido de agregado grueso $0.73 \times 1570 = 1146.1$
 Kg/m^3 .

7o. El peso del concreto es de 2420 Kg/m^3

Agua (neta de la mezcla) = 175 Kg,

Cemento = 250 Kg.

Agregado grueso = 1146 Kg.

Total 1571 Kg.

El peso de la arena se estima, en:

$2420 - 1571 = 849 \text{ Kg}$.

Con base en el volumen absoluto

$$\text{Volumen de Agua} = \frac{175}{1000} = 0.175 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de cemento} = \frac{250}{3.15 \times 1000} = 0.079 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado grueso} = \frac{1146}{2.58 \times 1000} = 0.444 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. de aire atrapado} = 0.01 \times 1000 = 0.010 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de ingredientes, excepto la arena} = 0.708 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto requerido de arena} = 1000 - 0.708 = 0.292 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = 0.292 \times 2.38 \times 1000 = 695 \text{ Kg.}$$

8 Ajuste por humedad de los agregados;

$$\text{Agregado grueso} = 1\%$$

$$\text{Agregado fino} = 3\%$$

$$\text{Agregado grueso (húmedo)} = 1146 (1\%) = 1157 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado fino (húmedo)} = 849 (3\%) = 874 \text{ Kg.}$$

Cantidad real de agua:

$$175 - 1146 (0.005) - 849 (0.023) = 150 \text{ Kg.}$$

Los pesos por revoltura para un metro cúbico de concreto son:

$$\text{Agua} = 150 \text{ Kg.}$$

$$\text{Cemento} = 250 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1157 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado fino} = 874 \text{ Kg.}$$

C A P I T U L O I V

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON ADITIVOS

4.1 CLASIFICACION.

a).- RETARDANTE

Resistencia a la compresión de 200 kg/m^2 a los 28 días revenimiento de 10 cm. agregado grueso del núm. 40.

El peso del agregado grueso, compactado con varilla y seco es de 1570 kg/m^3 .

Cemento tipo I y peso específico de 3.15

El agregado grueso tiene un peso específico 2.58 y una absorción de 1.6 por ciento.

El agregado fino tiene un peso específico de 2.38, una absorción de 4 por ciento y un modulo de finura de 2.57.

1o. Revenimiento de 8 a 10 cm.

2o. Tamaño máximo 40 mm.

3o. Agua de la mezcla 175 lts. = 175 kg/m^3

4o. Relación Agua/Cemento 0.70

5o. Contenido de Cemento $\frac{175}{0.70} = 250 \text{ kg/m}^3$

6o. Estimación del contenido de agregado grueso

$$0.73 \times 1570 = 1146.1 \text{ kg/m}^3$$

7o. El peso del concreto es de 2420 kg/m^3

Agua	= 175 kg
Cemento	= 250 kg
Agregado grueso	= 1146 kg
Total	= 1571 Kg

El peso de la arena se estima en:

$$2420 - 1571 = 849 \text{ kg.}$$

Con base en el volumen absoluto

$$\text{Volumen de Agua} = \frac{175}{1000} = 0.175 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de cemento} = \frac{250}{3.15 \times 1000} = 0.079 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado grueso} = \frac{1146}{2.58 \times 1000} = 0.444 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. de aire atrapado} = 0.01 \times 1000 = 0.010 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de ingredientes, excepto la arena} = 0.708 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto requerido de arena} = 1000 - 0.708 = 0.292 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = 0.292 \times 2.38 \times 1000 = 695 \text{ Kg.}$$

8 Ajuste por humedad de los agregados;

$$\text{Agregado grueso} = 1\%$$

$$\text{Agregado fino} = 3\%$$

$$\text{Agregado grueso (húmedo)} = 1146 (1\%) = 1157 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado fino (húmedo)} = 849 (3\%) = 874 \text{ Kg.}$$

Cantidad real de agua:

$$175 - 1146 (0.005) - 849 (0.023) = 150 \text{ Kg.}$$

Los pesos por revoltura para un metro cúbico de concreto son:

		<u>RETARDANTE</u>
Agua	=	150 Kg.
Cemento	=	210 Kg.
Agregado grueso	=	1157 Kg.
Agregado fino	=	874 Kg.
Aditivo 2.44 % P.C.	=	6.10 Kg.

b) ACELERANTE.

Resistencia a la compresión de 200 kg/cm^2 a los 28 días revenimiento de 10 cm. agregado grueso, del Núm. 40.

El peso del agregado grueso, compactado con varilla y seco es ' de 1570 kg/m^3 .

Cemento tipo I y peso específico de 3.15

El agregado grueso tiene un peso específico 2.58 y una absorción de 1.6 por ciento.

El agregado fino tiene un peso específico de 2.38, una absorción de 4 por ciento y un modulo de finura de 2.57.

1o. Revenimiento de 8 a 10 cm.

2o. Tamaño Max. 40 mm.

3o. Agua de la mezcla 175 lts. = 175 kg/m^3

4o. Relación Agua/Cemento = 0.70

5o. Contenido de Cemento $\frac{175}{0.70} = 250 \text{ kg/m}^3$

6o. Estimación del contenido de agregado grueso

$$0.73 \times 1570 = 1146.1 \text{ kg/m}^3$$

7o. El peso del concreto es de 2420 kg/m^3

Agua = 175 kg.

Cemento = 250 kg.

Agregado grueso = 1146 kg.

TOTAL = 1571 kg.

El peso de la arena se estima en:

$$2420 - 1571 = 849 \text{ kg.}$$

Con base en el volumen absoluto

$$\text{Volumen de Agua} = \frac{175}{1000} = 0.175 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de cemento} = \frac{250}{3.15 \times 1000} = 0.079 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado grueso} = \frac{1146}{2.58 \times 1000} = 0.444 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. de aire atrapado} = 0.01 \times 1000 = 0.010 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de ingredientes, excepto la arena} = 0.708 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto requerido de arena} = 1000 - 0.708 = 0.292 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = 0.292 \times 2.38 \times 1000 = 695 \text{ Kg.}$$

8 Ajuste por humedad de los agregados;

$$\text{Agregado grueso} = 1\%$$

$$\text{Agregado fino} = 3\%$$

$$\text{Agregado grueso (húmedo)} = 1146 (1\%) = 1157 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado fino (húmedo)} = 849 (3\%) = 874 \text{ Kg.}$$

Cantidad real de agua:

$$175 - 1146 (0.005) - 849 (0.023) = 150 \text{ Kg.}$$

Los pesos por revoltura para un metro cúbico de concreto son:

		<u>ACELERANTE.</u>
Agua	=	150 Kg.
Cemento	=	250 Kg.
Agregado grueso	=	1157 Kg.
Agregado fino	=	874 Kg.
Aditivo 2% P.C.	=	5 Kg.

c) REDUCTOR DE AGUA.

Resistencia a la compresión de 200 Kg/m^2 a los 28 días revenimiento de 10 cm: agregado grueso del Núm 40.

El peso del agregado grueso, compactado con varilla y seco es de 1570 Kg/m^3 .

Cemento tipo I y peso específico de 3.15

El agregado grueso tiene un peso específico 2.58 y una absorción de 1.6 por ciento.

El agregado fino tiene un peso específico de 2.38, una absorción de 4% por ciento y un modulo de finura de 2.57.

1o. Revenimiento de 8 a 10 cm.

2o. Tamaño Max. 40 m m.

3o. Agua de la mezcla 175 lts. = 175 Kg/m^3

4o. Relación Agua/Cemento 0.70

5o. Contenido de Cemento $\frac{175}{0.70} = 250 \text{ Kg/m}^3$

6o. Estimación del contenido de agregado grueso
 $0.73 \times 1570 = 1146.1 \text{ Kg/m}^3$.

7o. El peso del concreto es de 2420 Kg/m^3

Agua (neta de la mezcla)	= 175 Kg.
Cemento	= 250 Kg.
Agregado grueso	= 1146 Kg.

El peso de la arena se estima, en:

$2420 - 1571 = 849 \text{ Kg.}$

Con base en el volumen absoluto

$$\text{Volumen de Agua} = \frac{175}{1000} = 0.175 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de cemento} = \frac{250}{3.15 \times 1000} = 0.079 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado grueso} = \frac{1146}{2.58 \times 1000} = 0.444 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. de aire atravesado} = 0.01 \times 1000 = 0.010 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de ingredientes, excepto la arena} = 0.708 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto requerido de arena} = 1000 - 0.708 = 0.292 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = 0.292 \times 2.38 \times 1000 = 695 \text{ Kg.}$$

8 Ajuste por humedad de los agregados;

$$\text{Agregado grueso} = 1\%$$

$$\text{Agregado fino} = 3\%$$

$$\text{Agregado grueso (húmedo)} = 1146 (1\%) = 1157 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado fino (húmedo)} = 849 (3\%) = 874 \text{ Kg.}$$

Cantidad real de agua:

$$175 - 1146 (0.005) - 849 (0.023) = 150 \text{ Kg.}$$

Los pesos por revoltura para un metro cúbico de concreto son:

		<u>REDUCTOR DE AGUA.</u>	
Agua	=	150	Kg.
Cemento	=	250	Kg.
Agregado grueso	=	1157	Kg.
Agregado fino	=	874	Kg.
Aditivo 2.44% P.C.	=	6.10	Kg.

d) INCLUSOR DE AIRE.

Resistencia a la compresión de 200 Kg/m^2 a los 28 días revenimiento de 10 cm. agregado grueso del Núm 40.

El peso del agregado grueso, compactado con varilla y seco es de 1570 Kg/m^3 .

Cemento tipo I y peso específico de 3.15

El agregado grueso tiene un peso específico 2.58 y una absorción de 1.6 por ciento

El agregado fino tiene un peso específico de 2.38, una absorción de 4% por ciento y un modulo de finura de 2.57.

1o. Revenimiento de 8 a 10 cm.

3o. Tamaño Max. 40 m m.

3o. Agua de la mezcla 175 lts. = 175 Kg/m^3

4o. Relación Agua/Cemento 0.70

5o. Contenido de Cemento 175 = 250 Kg/m^3

0.70

6o. Estimación del contenido de agregado grueso

$$0.73 \times 1570 = 1146.1 \text{ Kg/m}^3.$$

7o. El peso del concreto es de 2420 Kg/m^3 .

Agua (Neta de la mezcla) = 175 Kg.

Cemento = 250 Kg.

Agregado grueso = 1146 Kg.

TOTAL 1571 Kg.

El peso de la arena se estima, en:

$$2420 - 1571 = 849 \text{ Kg.}$$

Con base en el volumen absoluto

$$\text{Volumen de Agua} = \frac{175}{1000} = 0.175 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de cemento} = \frac{250}{3.15 \times 1000} = 0.079 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado grueso} = \frac{1146}{2.58 \times 1000} = 0.444 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. de aire atrapado} = 0.01 \times 1000 = 0.010 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto de ingredientes, excepto la arena} = 0.708 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. absoluto requerido de arena} = 1000 - 0.708 = 0.292 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = 0.292 \times 2.38 \times 1000 = 695 \text{ Kg.}$$

8 Ajuste por humedad de los agregados;

$$\text{Agregado grueso} = 1\%$$

$$\text{Agregado fino} = 3\%$$

$$\text{Agregado grueso (húmedo)} = 1146 (1\%) = 1157 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado fino (húmedo)} = 849 (3\%) = 874 \text{ Kg.}$$

Cantidad real de agua:

$$175 - 1146 (0.005) - 849 (0.023) = 150 \text{ Kg.}$$

Los pesos por revoltura para un metro cúbico de concreto son:

INCLUSOR DE AIRE.

Agua	=	150 Kg.
Cemento	=	250 Kg.
Agregado grueso	=	1157 Kg.
Agregado fino	=	874 Kg.
Aditivo 1.05% P.C.=		2.63 Kg.

CUADRO COMPARATIVO DEL COSTO DE 1 M³ DE CONCRETO
CON LOS ADITIVOS EN ESTUDIO.

	Prop. Normal	Prop. c/ Retardante	Prop. c/ Acelerante	Prop. c / Reductor	Prop. c/ I. de Aire
Resistencia a los 28 días en kg/cm ² f'c	200	230	244	230	213
Revenimiento en cm.	10	18	10	18	13
Costo en pesos	453.70	773.15	592.75	773.15	538.95

C A P I T U L O V

METODO DE ELABORACION.

5.1.- FABRICACION A MANO.

Mezclado a mano. El Mezclado a mano se hace - sobre todo en obras pequeñas o cuando no se cuenta con - equipo.

El mezclado a mano se ejecuta de la siguiente manera: sobre un entarimado de madera impermeable o sobre una superficie plana que de antemano se haya tratado (cubriendo la superficie con una capa de concreto pobre, perfectamente emparejado y fraguado), se extenderá en primer lugar la arena, para a continuación vaciar el cemento, mezclado con pala (arena y cemento) hasta que se obtenga un color uniforme (generalmente dos vueltas completas es suficiente).

Teniendo arena y cemento bien mezclados, se -- extenderá la mezcla obtenida y se añadirá el agregado -- grueso, extendiéndolo de tal manera que quede una capa -- uniforme; se procederá en seguida a abrir un cráter en -- el que se depositará la cantidad de agua necesaria. En seguida se derrumbarán las orillas del cráter, mezclando el conjunto de un lado hacia otro hasta que se observe -- que la revoltura presenta un color uniforme. A fin de evitar que una vez agregada el agua, por morosidad en el colado, la revoltura empiece a fraguar, no se permitirá que transcurran más de veinte minutos entre la operación de agregar agua y - - - - -

depositar la revoltura en los moldes. Asimismo, después de haber depositado el agua necesaria, no debe permitirse que se le adicione agua extra.

Aquella revoltura que por descuido o -- por accidente se haya endurecido, por ningún motivo deberá permitirse su uso en elementos estructurales y sólo se podrá aprovechar, cuando mucho, en firmes. En el caso de hacer revolturas a mano, no deberá -- prepararse una cantidad mayor de un metro cúbico de -- concreto.

5.2. REVOLVEDORAS:

Podemos considerar como revolvedora o' mezcladora a cualquier dispositivo mecánico cuya -- función es mezclar los ingredientes de concreto de' tal forma que puede dar en un tiempo determinado una revoltura homogénea en toda su masa. Además es susceptible de repetir esta operación tantas veces como sea necesario.

Existe gran variedad de tipos de revolvedoras, y de manera general las podemos clasificar según su funcionamiento, y utilización y montaje.

Los tipos de revolvedoras según su --- funcionamiento son dos. Las de cilindro horizontal'

fijo y las tronco-cónicas de tipo basculante o de volteo, siendo éstas últimas más eficientes porque pueden ser descargadas rápidamente y con un mínimo de segregación.

Con respecto a su utilización podemos clasificar a las revolvedoras como:

- a).- Revolvedoras de construcción.
- b).- Revolvedoras para pavimentos.

Para las revolvedoras de construcción con tambor de un solo compartimiento los tamaños estándar son:

3	1/2 S
6	S
11	S
16	S
28	S
56	S
84	S
112	S

En donde el número indica el volumen nominal de concreto mezclado en pies cúbicos (Ft^3) mientras que la letra S designa que el equipo es una revolvedora de construcción. Estas revolvedoras son capaces de mezclar un 10 por ciento más de sus capacidades tabulares, cuando esten operando en una posición a nivel.

Para las revolvedoras de pavimentos con'

tambores de un sólo compartimiento, los tamaños estándar son: 27 E y 34 E. Para revolvedoras con dos compartimientos los tamaños estándar son: 16 E y 34 E.

El número indica el volumen nominal de concreto mezclado en pies cúbicos, mientras que la letra E señala que el equipo es una revolvedora de pavimentos. - Estas -- revolvedoras son capaces de mezclar el 20 por ciento -- más de sus capacidades tabulares cuando están operando' sobre una superficie a nivel.

5.3. Plantas Dosificadoras.

Una planta dosificadora es un conjunto - de dispositivos que se combinan para producir mezclas - controladas de la más alta calidad. En general estos - dispositivos pueden ser de dos tipos: Fijos y Portati-- les.

Los primeros son empleados comúnmente -- cuando su producción de concreto tiene mercado dentro - de cierta area donde está ubicada. Las portatiles, aun que de menor capacidad de producción que las anteriores, tienen la ventaja de ser fácilmente desmantelables para trasladarlas a un nuevo frente de trabajo.

En cuanto a su manejo, se pueden clasifi-- car en manuales, semiautomáticas y automáticas, no sólo -- mente en lo referente al trabajo de dosificar los mate-- riales, sino al funcionamiento general de las instala-- ciones.

Una planta premezcladora de tipo fijo, puede llegar a tener una capacidad de $120 \text{ m}^3/\text{hora}$, -- aunque tal producción es posible en obras de constante consumo; generalmente la producción de este tipo de plantas es del orden de $70 \text{ m}^3/\text{hora}$.

Se ha hecho común la instalación de un cierto tipo de plantas intermedias entre la móvil y la estacionaria, cuya operación de traslado se realiza a bajo costo y en un tiempo muy corto, y cuya producción diaria es del orden de 500 m^3 a diferencia de las portátiles cuya producción oscila en -- los $60 \text{ m}^3/\text{hora}$.

C A P I T U L O V I

C O S T O S

ANALISIS DE COSTO

CONCRETO 200 Kg/cm ²				
AGREGADO 1 1/2"				
CEMENTO NORMAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
REVENIMIENTO 8.10 cm.				

0.250 Ton. cemento normal				
+ 3% desperdicio	TON	0.258	\$ 1.300.-	\$ 335.40
0.367 M ³ arena + 8% desp.	M ³	0.396	115.-	45.54
0.484 M ³ grava + 8% desp.	M ³	0.484	210.-	101.64
0.175 M ³ agua + 30% desp.	M ³	0.228	5.-	1.14
				<u>\$ 483.72</u>

TOTAL \$ 483.70

CONCRETO 200 Kg./cm ²				
AGREGADO 1 1/2				
CEMENTO NORMAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE.
REVENIMIENTO 18 cm.				
0.250 TON cemento normal	TON	0.258	\$ 1,300.-	\$ 335.40
+ 3% desperdicio				
0.367 M ³ arena + 8% desp.	M ³	0.396	115.-	45.54
0.484 M ³ grava + 8% desp.	M ³	0.484	210.-	101.64
0.175 M ³ agua + 30% desp.	M ³	0.228	5.-	1.14
5.000 Lts. Plastiment CLK	Lts.	5.000	57.89	289.45
				\$ 773.17

TOTAL \$ 773.15

59.84 % + QUE EL CONCRETO NORMAL.

CONCRETO 200 Kg/cm²
 AGREGADO 1 1/2
 CEMENTO NORMAL
 ADITIVO ACELERANTE
 REVENIMIENTO 10 cm.

	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
0.250 Ton cemento normal + 3% desperdicio.	TON	0.258	\$ 1,300.-	\$ 335.40
0.367 M ³ arena + 8% desp.	M ³	0.396	115.-	45.59
0.484 M ³ grava + 8% desp.	M ³	0.484	210.-	101.64
0.175 M ³ agua + 30% desp.	M ³	0.228	5.-	1.14
3.7 lts. Sikacrete	Lts.	3.7	29.47	109.05
				<u>\$ 592.77</u>

TOTAL \$ 592.75

22.54 % + QUE EL CONCRETO NORMAL.

CONCRETO 200 Kg/cm²

AGREGADO 1 1/2

CEMENTO NORMAL

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA

REVENIMIENTO 18 cm.

	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE.
0.250 Ton cemento normal + 3% desperdicio	TON	0.258	\$ 1,300.-	\$ 335.40
0.367 M ³ arena + 8% desp.	M ³	0.396	115.-	45.54
0.484 M ³ grava + 8% desp.	M ³	0.484	210.-	101.64
0.175 M ³ agua + 30% desp.	M ³	0.228	5.-	1.14
5.000 Lts. plastiment CLK	Lts.	5.000	57.89	289.45
				<hr/> \$ 773.17

TOTAL \$ 773.15

59.84 % + QUE EL CONCRETO NORMAL.

CONCRETO 200 Kg/cm²

AGREGADO 1 1/2

CEMENTO NORMAL

ADITIVO INCLUSOR DE AIRE

UNIDAD CANTIDAD P. UNITARIO IMPORTE.

REVENIMIENTO 13 cm.

0.250 Ton cemento normal	TON	0.258	\$1,300.-	\$ 335.40
+ 3% desperdicio				
0.367 M ³ arena + 8% desp.	M ³	0.396	115.-	45.54
0.484 M ³ grava + 8% desp.	M ³	0.484	210.-	101.64
0.175 M ³ agua + 30% desp.	M ³	0.228	5.-	1.14
2.500 Lts. sika aire	Lts.	2.500	22.11	55.26
				<u>\$ 538.96</u>

TOTAL \$ 538.95

11.42% + QUE EL CONCRETO NORMAL.

C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES

- 1.- Las arenas utilizadas en la Cd. de Querétaro son provenientes de lugares un poco alejados de nuestra ciudad' 50 Km en promedio: Dr. Mora, Celaya y Apaseo el alto Gto todas estas arenas son extraídas de ríos, por lo que --- generalmente no presentan mayores problemas, salvo el de su granulometría que son muy finas, pero se puede solu - cionar con arenas de modulo de finura grueso, y esta se' encuentra en Amazcala Mpio. de Villa del Marques Qro.
- 2.- Las gravas practicamente no presentan problemas ya - que puede considerarse que los bancos estan dentro de la ciudad, trabajan todo el año y como es producto de trituración se hacen los pedidos con el tamaño deseado dentro de las necesidades de la obra.
- 3.- Con respecto a los aditivos se puede decir que su --- uso no está generalizado en nuestro medio, más que nada' por falta de información de parte de los distribuidores' de estos productos y por consecuencia no conocemos sus - cualidades.
- 4.- De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo los aditivos encarecen considerablemente el valor de una mezcla de concreto, y las propiedades de la misma no aumentan en forma proporcional al valor.
- 5.- Además debo hacer incapie de que, para poder usar un aditivo determinado se deben hacer estudios previos en -