

58 20



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

CONCRETOS CON PLASTICO

T E S I S

Que para obtener el Título de

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

Jorge Rafael García Rivera



Director de Tesis:

Ing. Jorge H. Alba Castañeda

México, D.F.

1990

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	Páginas
I.- INTRODUCCION - - - - -	1
II.- PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DEL MATERIAL - -	3
III.- PRUEBAS DE LABORATORIO - - - - -	5
- Muestra (A) - - - - -	5
- Muestra (B) - - - - -	6
- Muestra (C) - - - - -	6
- Procedimiento para Dosificación, Muestra A) -	7
- Preparación del Material, Muestra A) - - - -	17
- Procedimiento para Dosificación, Muestra B) -	21
- Preparación del Material, Muestra B) - - - -	25
- Dosificación del Concreto, Muestra C) - - - -	28
IV.- RESULTADOS - - - - -	31
- Muestra (A) - - - - -	31
- Muestra (B) - - - - -	34
- Muestra (C) - - - - -	38
V.- APLICACIONES - - - - -	41
VI.- RECOMENDACIONES - - - - -	43
VII.- CONCLUSIONES - - - - -	46
- ANALISIS ECONOMICO DEL CONCRETO CON PLASTICO	43
- BIBLIOGRAFIA - - - - -	49

I L U S T R A C I O N E S

	Páginas
- FOTOGRAFIA No. 1 MATERIAL FINO: PLASTICO - - - - -	8
- FOTOGRAFIA No. 2 MATERIAL UTILIZADO. - - - - -	10
- TABLA (A) AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE - - - - -	11
- TABLA (B) RELACION AGUA/CEMENTO - - - - -	12
- TABLA (C) VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO - - - - -	14
- TABLA (D) ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO - - - - -	15
- FOTOGRAFIA No. 3 EQUIPO Y MATERIAL UTILIZADO - - - - -	19
- FOTOGRAFIA No. 4 PROBETA DE CONCRETO CON PLASTICO - - - - -	20
- FOTOGRAFIA No. 5 PROBETA DE CONCRETO CON PLASTICO - - - - -	27
En el interior de la Cámara de Curado	
- FOTOGRAFIA No. 6 EQUIPO DE VIBRACION - - - - -	30
- CUADRO No. 1 RESULTADOS MUESTRA (A) - - - - -	33
- FOTOGRAFIA No. 7 EQUIPO DE CAPTADO - - - - -	35
- CUADRO No. 2 RESULTADOS MUESTRA (B) - - - - -	36
- FOTOGRAFIA No. 8 PROBETAS - - - - -	37
- FOTOGRAFIA No. 9 PROBETAS DE CONCRETO CON PLASTICO - - - - -	39
- CUADRO No. 3 RESULTADOS MUESTRA (C) - - - - -	40
- FOTOGRAFIA No. 10 PRENSA UNIVERSAL - - - - -	45

CAPITULO II

PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

CONCRETO

El concreto es una mezcla homogénea de cemento, grava, arena, agua y en proporciones determinadas, con el paso del tiempo se ve afectada por diversos factores que provocan cambios en su estructura interna. Dichos cambios hacen variar su resistencia, calidad, uniformidad, trabajabilidad, etc., es decir, todas sus características.

En nuestra investigación utilizaremos el plástico en desperdicio, sustituyendo la arena.

El término plástico, como material, se usa generalmente para designar las resinas sintéticas que constituyen el tipo mas importante de plásticos orgánicos. Los plásticos de resina sintéticas han recibido la mayor atención del químico, cuando se les modifican sus características, los cuales se moldean con facilidad y se convierten en productos muy ligeros, con resistencia y tienen durabilidad suficiente, para mantener su estabilidad dimensional en condiciones moderadamente deteriorantes de: calor y humedad.

A continuación menciono las características y propiedades de los materiales que componen el concreto investigado:

- a) Cemento - De tipo Normal: Su empleo es el más generalizado, adquiere altas resistencias mecánicas, simultáneamente genera mucho calor de hidratación, haciéndolo inadecuado al colocar grandes volúmenes.
- b) La Grava: Agregado grueso de 25 mm y una humedad del 5%.
- c) Arena: Agregado fino con una humedad de 5%.
- d) Plástico: Tamaño de 2 a 3 mm, color blanco, relativamente limpio, de fácil manejo, una densidad menor que 1 y una textura media.

Con estos materiales pretendo alcanzar una trabajabilidad adecuada, una resistencia arriba que la de diseño, así como una consistencia aceptada, una fácil colocación y un costo mínimo.

En la actualidad el uso del concreto al igual que otros materiales en la industria de la construcción, han dado un impulso al crecimiento de las ciudades y a la vez su costo se ha mantenido al alcance de los habitantes.

CAPITULO III

PRUEBAS DE LABORATORIO

Para conocer las características del plástico como posible sustituto de la arena, en la elaboración del concreto, es necesario realizar diferentes pruebas en el laboratorio de materiales.

Las pruebas de laboratorio se dividieron en tres partes: 1 Muestra "A", 2 Muestra "B", 3 Muestra "C", las cuales se describen a continuación:

Muestra A) Pruebas de concreto para $1m^3$ y un peso específico de 2200 Kg , y una resistencia a la compresión de 250 Kg/cm^2 .

1. En la primera probeta se sustituyó el 50% de plástico y el 50% de arena.
2. En la segunda probeta se sustituyó el 50% de plástico y el 50% de arena, pero también el 25% de acetona y el 75% de agua.
3. En la tercera probeta se sustituyó el 75% de plástico y el 25% de arena.

Nota:- Para sustituir la arena con el plástico se tomó el volumen de el peso de la arena, ya que el peso del plástico es menor.

La arena que se utiliza en la Ciudad de México tiene una variación del 4 al 6% de absorción, las cuales son: azul, rosa y parda o gris, utilizando esta última en la investigación.

Muestra B) Pruebas de concreto para $1m^3$, y un peso específico de 2200 Kg_m y una resistencia a la compresión de 250 Kg/cm^2 y aplicando el coeficiente de seguridad del cemento.

1. Se realizaron 6 probetas en las cuales se disminuyó el 50% del peso de la grava y se aumentó el 50% del peso de la arena en la dosificación y se sustituyó el 75% de plástico y el 25% de arena.

Muestra C) Pruebas de concreto para $1m^3$ y un peso específico de 2200 Kg_m y una resistencia a la compresión de 250 Kg/cm^2 , aplicándole un coeficiente de seguridad de cemento de 1.25, obteniendo el módulo de elasticidad de cada una de las probetas.

1. Se realizaron 3 probetas en las cuales se aplicó el coeficiente de seguridad del cemento, así como un 75% de plástico y un 25% de arena.

Procedimiento para obtener la dosificación del concreto para un F_c' de 250 Kg/cm^2 , para la Muestra (A).

Se tomaron como base las siguientes condiciones:

- Se usó cemento tipo I sin aire incluido y se le dió un peso específico de 2200 Kg/cm^3 con inclusión de aire normal de 1.5%.
- En cada caso, los agregados finos y gruesos fueron de calidad satisfactoria y tuvieron granulometrías que se encuentran dentro de los límites de las especificaciones generalmente aceptadas (A. S. T. M.).
- El agregado grueso tuvo un peso específico de 2.27 gr/cm^3 y una absorción de 0.5%.
- El agregado fino tuvo un peso específico de 2.37 gr/cm^3 y una absorción de 0.7% y un módulo de finura de 3.1.
- En cada caso el plástico presenta las siguientes características:

Un tamaño de 2 a 3 mm, color blanco, relativamente limpio, de fácil manejo, una densidad menor de 1 y textura media. Ver Foto No. 1.

- El requerimiento promedio de resistencia a la compresión a los 28 días es de 250 Kg/cm^2 .
- Las condiciones de la prueba permiten un revenimiento de 8 a 10 cm, así como el uso de agregado medio de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual posee una graduación de $1'' = 25 \text{ mm}$ (T.M.A.).
- Se determinó que su peso volúmetrico compactado con vari-

lla y seco es de:

Arena = 1440 Kg/m³

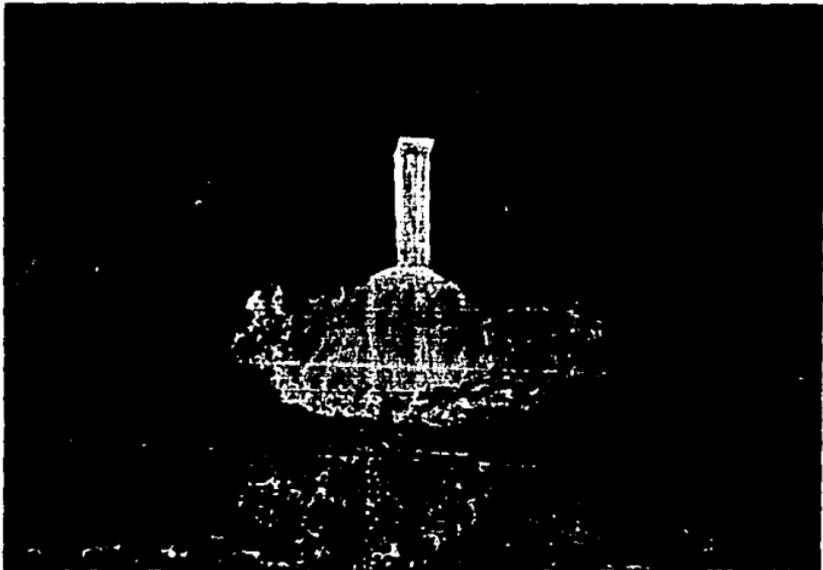
Grava = 1365 Kg/m³

- Densidad del cemento = 3.1 gr/cm³ (S.S.S.)

Densidad del agua = 1.0 gr/cm³ (S.S.S.)

arena = 2.37 gr/cm³ (S.S.S.)

Grava = 2.27 gr/cm³ (S.S.S.)



MATERIAL FINO: PLASTICO

Foto No. 1

Paso 1 Revenimiento. El revenimiento propuesto es de 8 a 10cm

Paso 2 Tamaño Máximo de Agregado Grueso. También ya se ha mencionado que el agregado de que se dispone en el laboratorio es de 25 mm .

Paso 3 Contenido de Aire y Agua de Mezclado. Suponiendo que el concreto va a estar expuesto a intemperismo, se -- utilizará concreto sin aire incluido, la cantidad -- aproximada de agua de mezclado que se empleo para producir un revenimiento de 8 a 10 cm, con agregado de 25 mm, es de 195 Kg, y en condiciones normales tiene el 1.5% de aire.

Ver tabla (A)

Paso 4 Relación Agua Cemento. La relación agua/cemento para producir una resistencia de 250 Kg/cm² en un concreto sin aire incluido, se estima aproximadamente en -- 0.62.

Ver tabla (B).

De acuerdo a la información obtenida en los Pasos 3 y 4, el contenido requerido de cemento será de:

$$\frac{195.0 \text{ Kg}}{0.62} = 315.0 \text{ Kg}$$

Paso 5 Estimación del Agregado Grueso. La cantidad de agregado grueso se estima de acuerdo a la tabla (C), para un agregado fino con un módulo de finura de 3.1 y un

agregado grueso de 25 mm y un peso volumétrico de 1365 Kg/m^3 : Por lo tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$1365 \times 0.64 = 874 \text{ Kg}$$

Faso 6 Estimación del Agregado Fino. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, el material restante para completar un metro cúbico de concreto es la arena.



Foto No. 2 Material Utilizado
1 Arena
2 Cemento
3 Grava
4 Plástico
5 Agua

T A B L A (A)

REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES REVENIMIENTOS Y TAMAÑOS MÁXIMOS DEL AGREGADO.

Agua en Kg/m ³ de concreto para los tamaños máximos del agregado indicados								
Revenimiento, cm	10 mm	12.5 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm**	70 mm**	150 mm**
Concreto sin aire incluido								
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	---
Cantidad aproximada de aire atrapado en -- concreto sin aire incluido, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	---
Promedio recomendable de contenido total de aire, por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

T A B L A (B)

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

Resistencia a la compresión a los 28 días, kg/cm ²	Relación agua/cemento, por 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

La cantidad de arena requerida se puede determinar con base en el peso o el volumen como se muestra a continuación.

Con base en el peso de 2200 Kg/m³, del concreto sin aire incluido de 1m³, se obtendrá el peso de la arena con la diferencia de pesos como se dá a continuación: (Ver tabla (D)).

Material	Peso	
Agua	195	Kg
Cemento	315	Kg
Agregado Grueso	<u>874</u>	<u>Kg</u>
Total	1384.0	- 2200 = 816.0 Kg.
Aire	1.5%	

Por lo tanto el peso es:

Peso de arena = 816.0 Kg

Con base en el volumen absoluto.

Material	Volumen
Agua - - - - -	$\frac{195.0 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg/m}^3} = 0.195 \text{ m}^3$
Cemento - - - - -	$\frac{315 \text{ Kg}}{3.1(1000)} = \frac{315.0}{3.1} = 0.101 \text{ m}^3$
Agregado grueso	$\frac{874 \text{ Kg}}{2.27(1000)} = \frac{874.0}{2.27} = 0.385 \text{ m}^3$
Aire - - - - -	= 0.015 m ³
Total - - - - -	= 0.696 m ³

T A B L A (C)

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO

TABLA 5.3.6. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO.

Tamaño máximo del agregado. mm	Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de la arena.					
	2.40	2.60	2.80	2.85	3.00	3.1
10	0.50	0.48	0.46		0.44	
12.5	0.59	0.57	0.55		0.53	
20	0.66	0.64	0.62		0.60	
25	0.71	0.69	0.67	0.64	0.65	0.64
40	0.76	0.74	0.72		0.70	
50	0.78	0.76	0.74		0.72	
70	0.81	0.79	0.77		0.75	
150	0.87	0.85	0.83		0.81	

T A B L A (D)

ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO

TABLA 5.3.7.1. PRIMERA ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO FRESCO.

Tamaño máximo del agregado, mm	Primera estimación del peso del concreto Kg/m ³	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
10	2285	2100
12.5	2315	2235
20	2355	2280
25	2375	2315
40	2420	2355
50	2445	2375
70	2465	2400
150	2505	2435

Volumen absoluto requerido de arena = $1.000 - 0,696 = 0.304 \text{ m}^3$

Peso requerido de arena = $0.304(\text{Kg}) = 0.304(2.37) \times 1000 = 720.48 \text{ Kg}$

A continuación comparamos los pesos para la mezcla de un m^3

Material	Con base en el peso estimado del concre to (Kg)	Con base en el volumen absoluto de los ingre dientes (Kg)
Agua	195.0	195.0
Cemento	315.0	315.0
Agregado Grueso	874.0	374.0
Arena	816.0	720.48

Paso 7 Obtención de la Humedad. Las pruebas indican una humedad total de 3% en el agregado grueso y del 5% en el -- agregado fino.

Se utilizan las proporciones de la mezcla de prueba, basadas en el peso estimado del concreto, los ajustes en los agregados:

AGREGADO GRUESO (húmedo) = $874.0(1.03) = 900 \text{ Kg}$

AGREGADO FINO (húmedo) = $816.0(1.05) = 856.8 \text{ Kg}$

El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse del ajuste por adición de agua. De esta manera, la cantidad de agua que aporta el agregado grueso es de $3 - 0.5 = 2.5\%$ y el agregado fino aporta $5 - 0.7 = 4.3\%$

Por lo tanto el requerimiento de agua de adición es:

$$195.0 - 874(0.025) - 816(0.043) = 138 \text{ Kg}$$

Los pesos estimados para la mezcla de un metro cúbico son:

Material	Peso
Agua por añadir	138 Kg
Cemento	315 Kg
Agregado Grueso	900 Kg
Agregado Fino	<u>856.8 Kg</u>
Total:	2209.8 Kg

Paso 8 Dosificación para 0.0025 m^3 de Concreto. Para las mezclas de prueba de laboratorio, se ha considerado conveniente reducir la escala de los pesos para producir 0.0025 m^3 de concreto.

Material	Peso
agua	$138.0(0.0025) = 0.345 = 3.45 \text{ Kg} = 1.15 \text{ Kg}$
Cemento	$315.0(0.0025) = 0.78 = 7.80 \text{ Kg} = 2.6 \text{ Kg}$
Agregado grueso	$900.0(0.0025) = 2.25 = 22.5 \text{ Kg} \div 3 = 7.5 \text{ Kg}$
Agregado fino	$856.8(0.0025) = 2.142 = 21.42 \text{ Kg} = 7.1 \text{ Kg}$

Preparación del Material

Se checó la humedad de la grava y de la arena, las cuales estaban saturadas, teniendo que extenderlas en un lugar seco - con la ayuda de un viclgo, para que se evaporara el agua que tenía en exceso, durante 24 horas siguientes. (26-VI-68).

Al siguiente día se realizó el cálculo de la dosificación -

para 1.0 m³ de concreto con las características de los materiales existentes, antes mencionados.

Posteriormente se realizó el peso de los materiales para cada prueba, así como el peso de cada charola que se utilizó.

En la primera muestra se utilizó el peso dado en la dosificación y a excepción de la arena se modificaron los proporcionamientos en un 50% de arena y un 50% de plástico en polvo (rebaba) así como 600 ml de agua extra por las características del lugar donde se realizó la prueba.

En la segunda muestra se utilizó el peso dado en la dosificación y con un proporcionamiento de un 50% de plástico y un 50% de arena, así como un 25% de acetona y un 75% de agua, más 600 ml de agua extra por las características del lugar donde se realizó la prueba.

En la tercera muestra se utilizó el mismo procedimiento a excepción de que se puso un 75% de plástico y un 25% de arena.

Es de mencionarse que se realizó una muestra en una probeta utilizando goma laca, tratándola primero con agua; y posteriormente con alcohol, pero al poner la goma laca en baño maría con ambos disolventes no se derritió, es decir, no se disolvió la goma laca; por lo que las pruebas no pudieron ser efectuadas.

Teniendo preparadas las 3 mezclas cada una con las caracte

terísticas antes mencionadas, se realizaron las pruebas de revenimiento con la ayuda del cono y una varilla. (ver foto No. 3).



Foto No. 3

EQUIPO Y MATERIAL UTILIZADO:

1. Cucharón
2. Cono de revenimiento y varilla
3. Cilindro de cimbrado
4. Arena
5. Cemento
6. Grava
7. Plástico

Después se depositó cada mezcla en un cilindro de 15 X 30 cm en 3 capas, se aplicaron 25 varillas en cada capa, para tener un mejor acomodo de las partículas y se dejaron 24 horas en los moldes para que endureciera el cemento, se les tapó con una bolsa de plástico para que no perdieran humedad.

Después de el tiempo de fraguado se retiraron los moldes y se metieron las 3 probetas en la cámara de curado en la cual permanecieron 28 días. (Ver Foto No. 4)

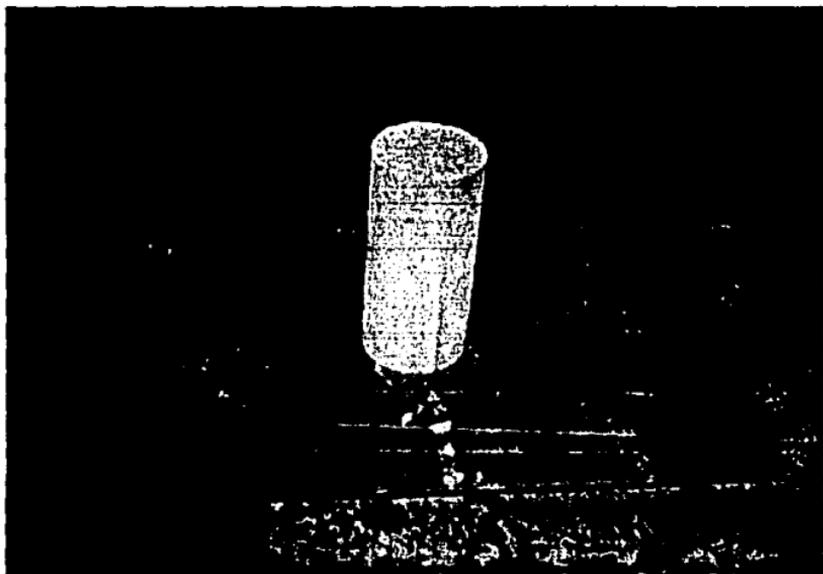


Foto No. 4

PROBETA DE CONCRETO CON
PLASTICO

MUESTRA B)

Procedimiento para obtener la dosificación del concreto para un F_c' de 250 Kg/cm², para la Muestra B)

Se plantearon las siguientes condiciones:

- Se usara cemento tipo I sin aire incluido y se le supondrá un peso específico de 2200 Kg/cm³ y con inclusión de aire normal de 1.5%.
- En cada caso los agregados finos y gruesos serán de calidad satisfactoria y tendrán granulometrías que se encuentren dentro de los límites de las especificaciones - generalmente aceptadas (A.S.T.M.).
- El agregado grueso tendrá un peso específico de 2.29 gr/m³ y una absorción del 4.5% .
- El agregado fino tendrá un peso específico de 2.37 gr/m³ y una absorción de 6.4%, así como un módulo de finura de 2.85 .
- En cada caso el plástico presenta un color blanco, limpio, una densidad menor que 1, un tamaño de 2 a 3 mm y una textura media.
- Las condiciones de la prueba permiten un revenimiento de 3 a 10 cm , así como el uso de agregado medio de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual posee una graduación del 1" = 25 mm (T.E.A.) .

- Se determinó que su peso compactado con varilla es de:

Arena = 1445.0 Kg/m³

Grava = 1330 Kg/m³

Paso 1 Revenimiento. El Revenimiento propuesto es de -
8 a 10 cm

Paso 2 Tamaño máximo del agregado = 25 mm

Paso 3 Contenido de Aire y Agua de Mezclado. Suponiendo que el concreto va a estar expuesto a intemperie, se utilizará concreto sin aire incluido, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleó para producir un revenimiento de 8 a 10 cm con agregado de 25 mm, es de 195 Kg y en condiciones normales tiene el 1.5% de aire (Tabla A).

Paso 4 Relación Agua/Cemento. La relación agua/cemento necesaria para producir una resistencia de 250 Kg/cm² en un concreto sin aire incluido se estima aproximadamente en 0.62 (Tabla B).

De acuerdo a la información obtenida en los pasos 3 y 4, el contenido requerido de cemento será de:

$$\frac{195.0}{0.62} \text{ Kg} = 315 \text{ Kg}$$

Aplicando el factor de seguridad = 315.0 (1.25) = 393.75 Kg

Paso 5 Estimación de Agregado Grueso. La cantidad de Agregado grueso se estima de acuerdo a la tabla (C). Pa

ra un agregado fino con un módulo de finera de - 2.65 y un agregado grueso de 25 mm y un peso volumétrico de 1330 Kg/m^3 , por lo tanto el peso seco del agregado será:

$$1330 (0.64) = 851.2 \text{ Kg}$$

El peso de un metro cúbico sin aire incluido con agregado grueso de 25 mm se estima en 2200 Kg/m^3 (Tabla D).

Paso 6 Estimación del Agregado Fino. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, el material restante para completar un metro cúbico de concreto es la arena.

La cantidad de arena requerida se puede determinar con base en el peso o en el volumen absoluto, como se muestra a continuación:

Material	Peso
Agua	195 Kg
Cemento	393.75 Kg
Grava	851.2 Kg
Aire	<u>0 Kg</u>
Total	1439.95 Kg

Por lo tanto el peso de la arena se estima en:

$$2200 - 1439.95 = 760.05 \text{ Kg}$$

Con base en el volumen absoluto:

Material		Volumen
Agua	$\frac{195 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg/m}^3} =$	0.195 m ³
Cemento	$\frac{393 \text{ Kg}}{3.1(1000) \text{ Kg/m}^3} =$	0.127 m ³
Agregado Grueso	$\frac{851.2 \text{ Kg}}{2.29(1000) \text{ Kg/m}^3} =$	0.371 m ³
Aire		0.015
Total		= 0.708 m ³

Volumen absoluto de arena requerido = (1.000)-0.708= 0.292

Peso requerido de arena seca=0.292X2.37 X 1000=692.04 Kg

A continuación Se comparan los pesos para la mezcla de un metro cúbico de concreto.

Material	Con base en el peso estimado del concre to.	Con base en el volumen absoluto de los ingre dientes.
	(Kg)	(Kg)
Agua	195.0	195.0
Cemento	393.75	393.75
Grava	851.2	851.2
Arena	760.05	692.04

Paso 7 Obtención de la Humedad. Las pruebas indican una humedad total 1.0% en el agregado grueso y el agregado fino.

Por lo tanto para la realización de la mezcla, agregamos un 20% más de agua por las características - que presenta el material en base a la experiencia obtenida en el laboratorio.

Paso 8 Dosificación para 0.0055 m^3 de Concreto. Para las mezclas de prueba de laboratorio se ha considerado necesario reducir a escala los pesos para producir 0.0055 m^3 de concreto.

Material

Agua	=	195.0 (0.0055) = 1.07 = 10.7 Kg	1.78 Kg
Cemento	=	393.75(0.0055) = 2.16 = 21.6 Kg	$\div 6 = 3.6 \text{ Kg}$
Grava	=	851.2 (0.0055) = 4.68 = 46.8 Kg	7.8 Kg
arena	=	760.06(0.0055) = 4.18 = 41.8 Kg	6.96 Kg

b) Preparación del Material:

Teniendo estos datos y listo el material, tome la -- decisión de disminuir en un 50% el peso de la grava y aumentar en un 50% el de la arena. Por lo tanto los pesos para cada probeta fueron los siguientes:

Material		Peso (Kg)
agua	=	1.78 Kg
Cemento	=	3.6 Kg
Grava	=	3.9 Kg
Arena	=	10.44 Kg

Con un proporcionamiento de un 75% de plástico y un 25% de arena, se prepararon las mezclas. Agregando un 20% más de agua en cada una, después de hacer la revoltura adecuada. Se realizó la prueba de revenimiento con la ayuda del cono y una varilla.

Posteriormente cada muestra se depositó en un cilindro en 3 caps, aplicándole 25 varillas en cada una.

A continuación se pusieron sobre la mesa vibradora para que las partículas tuvieron un mejor acomodo, por último se taparon con plástico para evitar la pérdida de agua, dejándolas en el cimbrado durante 24 horas.

Después de 24 horas que es el tiempo de fraguado se retiraron los moldes y 3 probetas se depositaron, en la tina con agua cubriéndolas totalmente y las otras 3 se dejaron a la intemperie, durante un lapso de 28 días, ambas en condiciones distintas. (Ver foto No. 5).

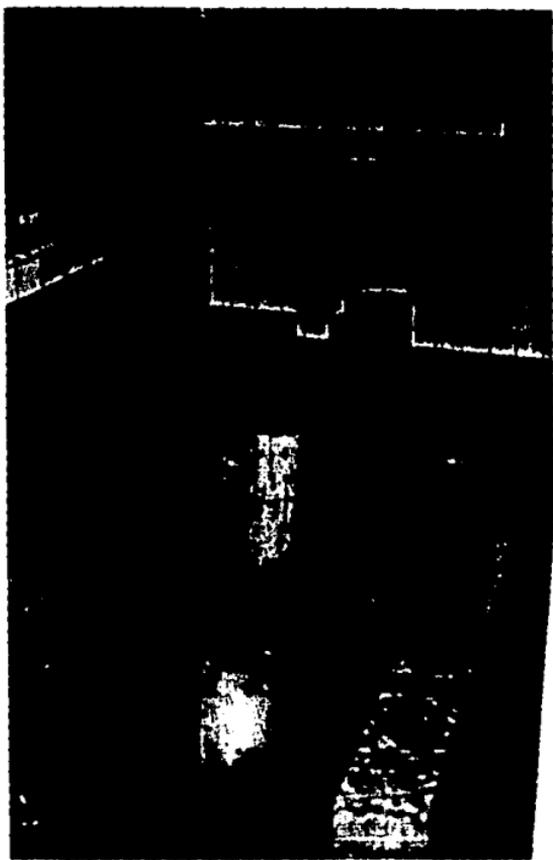


Foto No. 5

PROBETAS DE CONCRETO CON PLASTICO EN EL
INTERIOR DE LA CAMARA DE CURADO

MUESTRA C)

a) Dosificación del concreto.

Para esta muestra se tomó la dosificación de la segunda muestra ya que permanecieron las características de los materiales sin cambio alguno. (Ver dosificación muestra B).

Como dato tomaremos el paso 8 .

Paso 8 Para las mezclas de prueba de laboratorio se consideró necesario reducir a escala los pesos para producir 0.0030 m^3 de concreto.

Material

Agua	195.0 (0.0030)	= 0.585	= 5.85 Kg
Cemento	393.75(0.0030)	= 1.181	= 11.81 Kg
Grava	851.2 (0.0030)	= 2.55	= 25.53 Kg
Arena	760.05(0.0030)	= 2.28	= 22.80 Kg

b) Preparación del Material

Teniendo ya los pesos de la dosificación necesarios para 3 probetas y el material en las mismas condiciones se decidió dar un proporcionamiento de un 75% de plástico y un 25% de arena.

Se realizó la mezcla de los materiales, después se realizó la prueba de revenimiento para cada probeta, con la ayuda del cono de revenimiento y una varilla, posteriormente se depositó cada una en su molde en tres capas, aplican-

dole 25 varillas en cada capa para dar un mejor acorodo. Después se colocaron en la mesa de vibrado durante 4 segundos y posteriormente se procedió a taparlas con bolsas de plástico para que no perdieran humedad, durante las proximas 24 horas. (Ver foto No. 6) .

Pasando las 24 horas que es el tiempo de fraguado se les quitó el molde y se depositaron en el cuarto de curado, donde permanecieron 28 días.

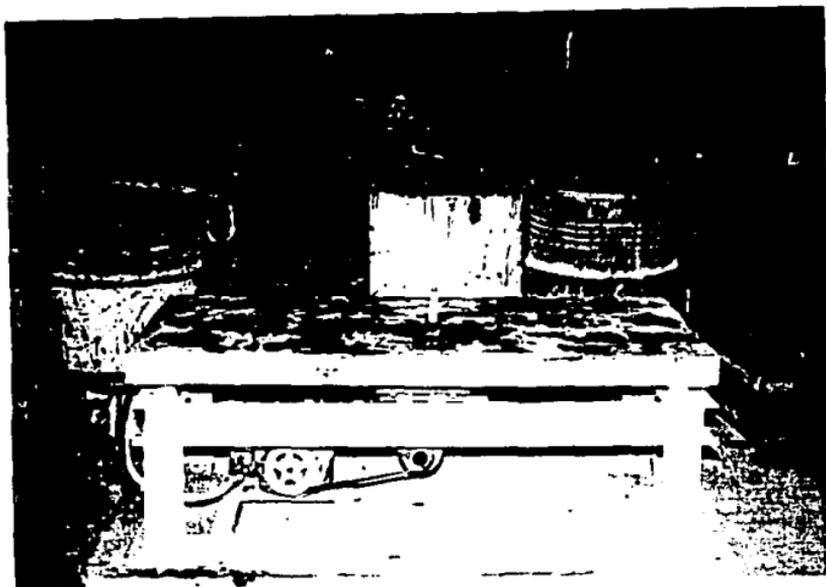


Foto No. 6.

EQUIPO DE VIBRACION.

CAPITULO IV

R E S U L T A D O S

Muestra A)

EN LA MUESTRA (A), LOS RESULTADOS FUERON SATISFACTORIOS, LAS CARACTERISTICAS DE CADA UNA DE LAS MEZCLAS FUERON LAS SIGUIENTES:

En la probeta 1 con un proporcionamiento del 50% de plástico y el 50% de arena, proporcionó una trabajabilidad adecuada ya que fué fácil colocarlo en los moldes y presentó una buena unión entre la grava, arena, plástico y el cemento.

Su consistencia fué apropiada ya que su revenimiento fué de 4 cm y su fluidez en su colocación fué buena.

Presentó una buena uniformidad en su mezclado. En cuanto a su resistencia a la compresión se enuncia en el cuadro siguiente. (Ver Fig. I).

En la probeta 2 con un proporcionamiento del 50% de plástico y el 50% de arena y además el 75% de agua y el 25% de acetona, presentó una ligera mejoría en su trabajabilidad con respecto a la probeta 1 siendo más fácil de colocar el concreto en los moldes.

Por otro lado, su consistencia fué adecuada, cabe men

cionar que el revenimiento fué de 3.5 cm .

Presentó además una uniformidad buena en la mezcla de los materiales.

En cuanto a su resistencia a la compresión se ve a -- continuación en el cuadro 1 .

En la probeta número 3, con un proporcionamiento de un 25% de arena y un 75% de plástico.

En esta última presentó una trabajabilidad adecuada y un buen manejo, al hacer las pruebas de revenimiento dió de 3. 5 cm y después se depositó la mezcla en su molde pa ra que fraguara, así como una uniformidad satisfactoria. (Ver cuadro 1).

RESULTADOS MUESTRA A

PROBETA (No.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	AREA (cm ² .)	PESO (kg)	REVENIMIENTO (cm.)	CARGA MAXIMA (Ton.)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
1	15.1	30.0	179.0	10740	4.0	19.0	106.0
2	15.2	30.0	181.4	10.754	3.5	25.0	139.0
3	15.1	30.0	179.0	10.640	3.5	36.8	205.0

Cuadro No. 1

Muestra B)

En la Muestra (B) a los 28 días de curado se prepararon las probetas, cabeceandolas con azufre para posteriormente probarlas. (Ver foto No. 7) .

Las características de la mezcla fueron las siguientes:

Con un cambio de cantidades de la arena y de la grava observamos que la cantidad de plástico es mayor que la cantidad de arena y grava dándonos como resultado una trabajabilidad menor y a su vez una consistencia mayor ya que su revenimiento fué de 1 cm , por otro lado, presentaba una uniformidad aceptable.

Después del tiempo de cimbrado que es de 24 horas, tres probetas (a) se depositaron en el cuarto de curado, donde permanecieron 28 días, las otras tres probetas (b) fueron depositadas en la intemperie, estando expuestas al calor, humedad y al frío. (Ver foto No. 8)

Al realizar la prueba a compresión a los 28 días, los resultados fueron muy disparados, ya que en la probeta (a) la carga mayor fué de 5.1 Ton. y en la probeta (b) la carga mayor fué de 2.9 Ton. (Ver cuadro 2)

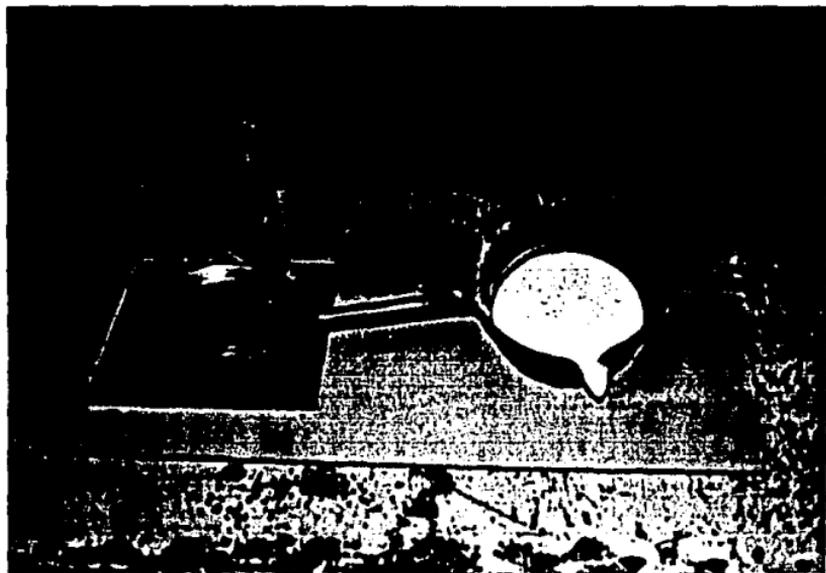


Foto No. 7

EQUIPO DE CABECEADO

1. Azufre
2. Tina
3. Folde y guía

RESULTADOS MUESTRA (B)

PROBETA (No.)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	PESO (Kg)	REVENIMIENTO (cm)	CARGA MAXIMA (Ton.)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
Humedo							
1a.	15.0	30.0	176.71	8.375	1.0	5.1	28.81
2a.	15.0	30.0	176.71	8.531	1.0	4.5	25.46
3a.	15.0	30.0	176.71	8.742	1.0	5.0	28.29
(No.) Seco.							
1b.	15.0	30.0	176.71	7.330	0.5	2.2	12.44
2b.	15.0	30.0	176.71	7.035	1.0	2.65	14.99
3b.	15.0	30.0	176.71	7.033	1.0	2.9	16.41

Cuadro No. 2

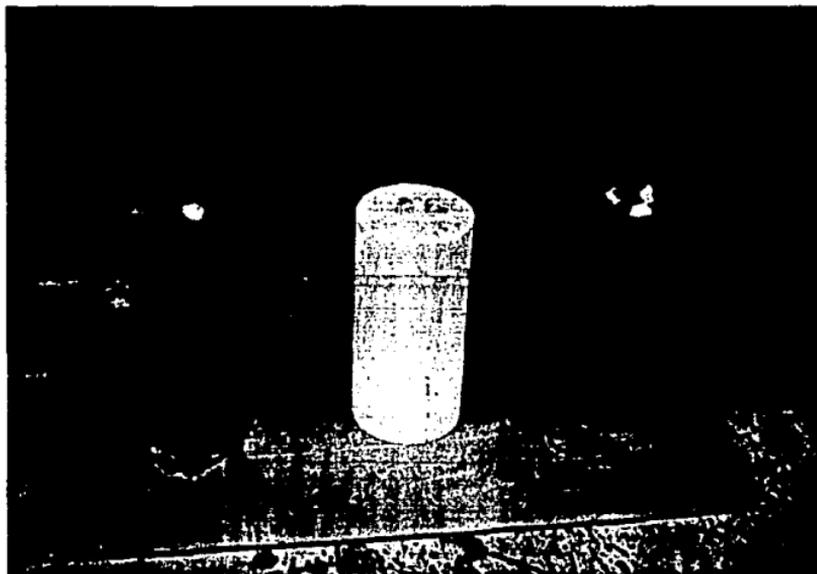


Foto No. 8

PROBETAS

Dos de ellas húmedas y una en
estado seco

Muestra (C)

Los resultados obtenidos de esta última muestra fueron satisfactorios ya que cubrieron los objetivos de esta investigación.

Las características obtenidas del concreto fueron las siguientes:

La mezcla presentó una trabajabilidad buena fácil de manejar en una forma normal, también presentó una consistencia buena y un revenimiento de 5 cm .

Encontramos también una uniformidad aceptable en los materiales.

Se prepararon las probetas sacandolas un día antes de la cámara de curado, cabeceandolas con azufre para posteriormente probarlas y obtener la resistencia a la compresión.

Después se calculó el módulo de elasticidad secante, - tomando como referencia el libro de González Cuevas (Aspectos Fundamentales de Concreto Reforzado) y comparandolo con el módulo de elasticidad obtenido en base al reglamento del Distrito Federal, ambos resultados son análogos. (Ver foto 9)

(Vea resultados en el cuadro 3)



Foto No. 9

PROBETAS DE CONCRETO CON PLASTICO
PROBADAS A COMPRESION.

RESULTADO MUESTRA (C)

PROBETA	DIAMETRO	ALTURA	AREA	PESEO	REVENIMIENTO	CARGA MAXIMA	ESFUERZO	DEFORMACION	MODULO DE ELASTICIDAD
No.	(cm)	(cm)	(cm ²)	Kg	(cm)	Ton.	Kg/cm ²	(Centésimas de milimetro en 30 - Ton.)	$E=10000\sqrt{F_c}$ (E= Kg/cm ²)
1	15.1	30.0	179.07	11.400	5.0	48.0	268.05	25.0	$1.6 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$
2	15.1	30.0	179.07	11.310	4.5	47.4	264.70	24.5	$1.62 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$
3	15.1	30.0	179.07	11.320	5.0	49.6	276.98	25.0	$1.66 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$
4	15.1	30.0	179.07	11.380	5.0	47.4	264.70	26.5	$1.49 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$

CUADRO No. 3

CAPITULO V

A P L I C A C I O N E S

Toda investigación tiene como base el mejorar las propiedades y características de los materiales, así como de las técnicas empleadas, para poder crear todo elemento estructural.

La investigación que realicé me dió resultados que me permiten plantear las siguientes aplicaciones.

- a) Losas - El objetivo principal sería hacerlas más ligeras y resistentes.
- b) Columnas y Trabes - En base a la resistencia máxima de 276.9 Kg/cm^2 a la compresión, permite estar dentro del F_c' de 250 Kg/cm^2 de diseño, por lo cual puede ser aplicado en columnas y trabes con esa resistencia requerida.
- c) En acabados interiores y exteriores - En casas habitacionales, en baños, en recubrimientos de fachadas, para tratar de impedir la humedad, incluso la filtración del agua.
- d) En pisos - Puede presentar una mayor duración al contacto con los zapatos, con el sol y el agua.
- e) Recubrimiento interior y exterior en depósitos de agua. Este puede ser básicamente para impedir la filtración del agua.

- f) Cimentaciones de concreto o mampostería - Se puede aplicar tomando en consideración su resistencia, así como los asentamientos de los elementos.
- g) En elementos Prefabricados - Estos pueden alcanzar una resistencia necesaria y además pueden sufrir una deformación permitida en el concreto normal a la hora de colocarlo ó simplemente de transportarlo y en un movimiento sísmico.
- h) En tuberías - En estas pueden aceptar deformaciones en el concreto normal, ayudando de esta forma a las juntas en un movimiento sísmico.
- i) En cortinas de concreto - En base principalmente a las deformaciones producidas por los esfuerzos producidos - por el empuje del agua.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

El uso de materiales en la construcción es muy extenso, por lo cual es sumamente necesario realizar continuamente investigaciones sobre mejoras de estos, así como una buena combinación y a su vez una reducción de sus costos, siendo esto lo más importante en toda investigación.

El mejoramiento de las características físicas y mecánicas del concreto, así como de los materiales de desecho que se utilizaron en la investigación, son el principal -- objetivo para satisfacer las necesidades que requiera cualquier obra.

- Las características de los materiales, conociéndolas en su estado natural así como las del material de desecho.
- La dosificación adecuada para cumplir con las normas de calidad y limpieza de la maquinaria.
- El control de la sustitución de los materiales como son: el gránstico, la arena, el agua y los más importantes como es la relación agua/cemento, ya que en función de la cantidad de agua los resultados pueden variar no siendo los esperados.

Por otro lado el control de la aplicación del plástico al sustituir la arena en la dosificación es muy importante ya que al incrementar el plástico y disminuir la arena y la grava se pierde la resistencia y en la probeta ya probada pierde su consistencia, y no se ve que la grava trabaje uniformemente con el plástico. (Muestra b).

- Otra cosa que se recomienda es que el plástico este limpio sin polvo y basura, para evitar impurezas en el concreto.
- Que el plástico presente un tamaño pequeño lo más parecido a la arena para que estos ocupen los lugares más pequeños y no queden pequeños huecos en la mezcla.
- Se recomienda darle un proceso de vibración con la mesa vibradora, para que la mezcla pierda el contenido de aire atrapado y presente una mayor consistencia. No siendo mayor de 3 a 5 segundos, para evitar la segregación.

Por otro lado una buena aplicación y control del curado del concreto nos dá un mejor resultado en la resistencia a la compresión como se vió en la Muestra (b).

- Por último, se recomienda el uso adecuado y la calibración de los instrumentos de medición de la prensa universal.

(Ver foto No. 10)

Esperando que esta investigación sirva como base para otra, con el fin de conocer nuevos materiales aplicables a la construcción, se recomienda el uso de las instalaciones adecuadas.

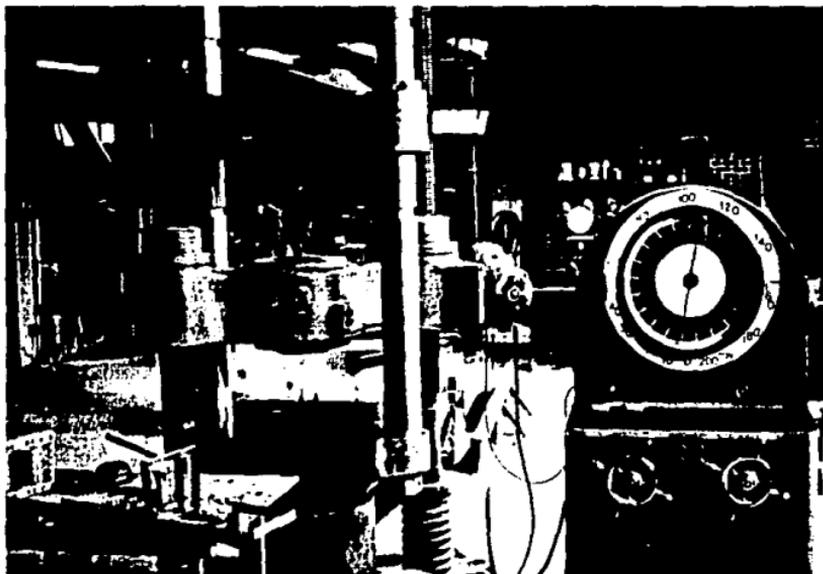


Foto No. 10

PRENSA UNIVERSAL

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

En base a la investigación realizada podemos decir que en la actualidad hay materiales que se pueden aprovechar nuevamente en el medio constructivo no obstante que estos sean de desperdicio, tomando muy en cuenta su costo y aprovechamiento.

En el caso realizado de la investigación de la muestra (a) de la probeta 1 encontramos una resistencia a la compresión de 106 Kg/cm^2 con un proporcionamiento de 50% de plástico y un 50% de arena, presentándose así una resistencia a la compresión muy pequeña.

En la probeta 2 con el mismo proporcionamiento pero disminuyendo la cantidad de agua en un 75% y un 25% de agua varia la relación agua/cemento dando como resultado una trabajabilidad ligeramente mayor así como su consistencia e incrementando su resistencia a la compresión en un 36%, aproximadamente en 139 Kg/cm^2 .

En la probeta 3 con un proporcionamiento del 75% de plástico y un 25% de arena, su resistencia aumenta a - - - 205 Kg/cm^2 , siendo este un resultado aceptable y siendo más ligero en un 15%, en comparación a un concreto normal.

En la Muestra (B) se tienen las siguientes conclusiones:

En la probeta la., lb., lc., se presentaron resultados muy por abajo de lo normal, así como de las probetas - 2a., 2b., 2c., teniéndose como conclusión que el aumento de la arena y la disminución de la grava y al sustituir el plástico se pierde por completo la resistencia a la compresión, cabe mencionar que el intemperismo causa una baja notable en la resistencia de más de un 50%, no así en las del tratamiento de curado.

Por lo tanto diremos que el tratamiento de curado es importante para nuestro concreto ya que este nos ayuda a incrementar su resistencia.

En la investigación de la muestra "C", los resultados obtenidos son los más satisfactorios y convenientes ya que obtenemos una resistencia a la compresión promedio de - - 270 Kg/cm² y disminuyendo en un 20% su peso.

En esta última muestra se tomó la deformación del concreto y nos dió resultados satisfactorios aceptados por el Reglamento de Construcción del Departamento del Distrito Federal.

Cabe mencionar que en estas últimas muestras se utilizó el coeficiente de seguridad del cemento.

Por último diremos que obteniendo una resistencia mayor de 200 Kg/cm², tenemos un concreto aceptable en resistencia y a su vez concreto ligero.

ANALISIS ECONOMICO DEL CONCRETO CON PLASTICO

Cálculo del costo de $1m^3$ de concreto normal y de $1m^3$ de concreto normal con plástico, con un peso de $2200 \text{ Kg}/m^3$
 $1m^3$ de concreto normal de $F_c' = 250 \text{ Kg}/cm^2 = \$140,000.00$

Costo del Material $1m^3$ con Plástico.

- Cemento : 1 bulto = \$ 10,000.00
- Grava : $1m^3$ = \$ 21,000.00
- Arena : $1m^3$ = \$ 14,000.00
- Plástico: 1 Ton. = \$1,200.000.00

Cantidad de Material Ocupado		Costo
- Cemento	= 393.75 Kg	= \$ 78,750.00
- Grava	= 851.2 Kg	= \$ 17,900.00
- Arena	= 570.03 Kg	= \$ 7,980.40
- Plástico	= 190.01 Kg	= \$ 228,012.00
- Agua	= 195.0 Kg	- - - - -
Total	= 2199.99 Kg/m^3	= \$ 332,642.00

Como observamos el costo del concreto de $1m^3$ con Plástico resulta antieconómico, por lo cual no es aplicable en la construcción común, ya que el objetivo de todo ingeniero es de construir a bajo costo.

Sin embargo no podemos asegurar que en un futuro sea posible su fabricación y consumo.

B I B L I O G R A F I A

- PRACTICAS RECOMENDABLES PARA MEDICION Y MEZCLADO.
DE CONCRETO NORMAL Y CONCRETO PESADO DEL I.M.C.Y.C.
- ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CONCRETO REFORZADO DE
GONZALEZ CUEVAS.
- TECNOLOGIA DEL CONCRETO DE A.M. NEVILLE.
- LABORATORIO DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA