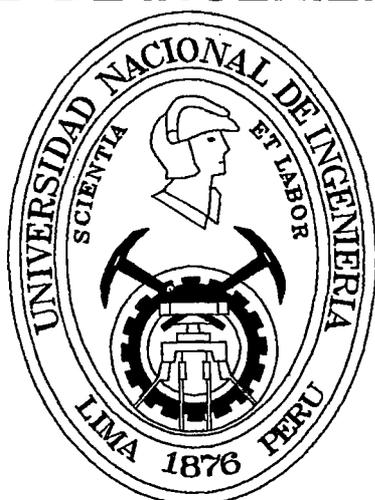


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA  
RESISTENCIA VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO  
DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR,  
CON CPTI.**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
  
INGENIERO CIVIL**

**JUAN ALBERTO ASTO VASQUEZ**

**LIMA – PERU  
2,001**

**Digitalizado por:**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**

A MIS PADRES:

*EDILBERTO Y FIDENCIA*

Por su inagotable amor y  
confianza que tuvieron en mi,  
para llegar a esta etapa de mi  
vida.

A MI ESPOSA E HIJO:

*MARIA Y JUAN*

Por su comprensión y apoyo en  
la culminación de la presente  
tesis.

#### AGRADECIMIENTO:

Mi agradecimiento sincero al Ing. Carlos Barzola Gastelu, por su valiosa dirección y experiencia que sirvieron para el desarrollo y culminación de la presente tesis.

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I :</b>	
<b>LOS AGREGADOS</b> .....	4
1.1 Definicion .....	5
1.2 Clasificacion de los Agregados.....	6
1.2.1 Los Agregados de Acuerdo a su Procedencia. ....	6
1.2.2 Los Agregados de Acuerdo a su Peso. ....	6
1.3 Los Agregados y su Influencia en el Concreto .....	7
<b>CAPITULO II:</b>	
<b>MATERIALES USADOS Y PROPIEDADES.</b> .....	10
2.1 Cemento Portland Tipo I. ....	12
2.1.1 Características Generales del Cemento Pórtland Tipo I. ....	12
2.1.2 Principales Propiedades Físicas. ....	12
2.1.3 Principales Propiedades Químicas. ....	14
2.2 Agregado Fino. ....	16
2.2.1 Granulometria. ....	16
2.2.2 Peso Especifico y Porcentaje de Absorción. ....	17
2.2.3 Superficie Especifica y Modulo de Finura. ....	17
2.2.4 Peso Unitario. ....	18
2.2.5 Contenido de Humedad. ....	18
2.3 Agregado Grueso. ....	18
2.3.1 Granulometria. ....	19
2.3.2 Peso Especifico y Porcentaje de Absorción. ....	21
2.3.3 Superficie Especifica y Modulo de Finura. ....	22
2.3.4 Peso Unitario. ....	23
2.3.5 Contenido de Humedad .....	23
2.3.6 Tamaño Nominal Máximo. ....	24
2.3.7 Tamaño Máximo. ....	24
2.4 Agregado Global. ....	24
2.4.1 Generalidades. ....	24
2.4.2 Peso Unitario Compactado. ....	24
2.4.2.1 Relación Optima para el Agregado Global de T.N.M. 1 pulg. ...	24
2.4.2.2 Relación Optima para el Agregado Global de T.N.M. 3/4pulg. ...	25
2.4.2.3 Relación Optima para el Agregado Global de T.N.M. 1/2 pulg. ..	26

2.4.2.4	Relación Óptima para el Agregado Global de T.N.M. 3/8 pulg. ..	28
---------	--	----

**CAPITULO III:  
DISEÑO DE MEZCLA. .... 30**

3.1	Criterios de diseño. ....	32
-----	---------------------------	----

3.2	Obtención del Porcentaje Óptimo Final de los agregados para diferentes T.N.M. ....	33
-----	--	----

3.2.1	Obtención del Porcentaje Óptimo Final de los agregados para agregado grueso T.N.M. 1 pulg. ....	33
-------	---	----

3.2.2	Obtención del Porcentaje Óptimo Final de los agregados para agregado grueso T.N.M. 3/4 pulg. ....	35
-------	---	----

3.2.3	Obtención del Porcentaje Óptimo Final de los agregados para agregado grueso T.N.M. 1/2 pulg. ....	37
-------	---	----

3.2.4	Obtención del Porcentaje Óptimo Final de los agregados para agregado grueso T.N.M. 3/8 pulg. ....	39
-------	---	----

3.3	Diseño de Mezcla Final para diferentes T.N.M. ....	41
-----	--	----

3.3.1	Diseño de Mezcla Final para T.N.M. de 1 pulg. ....	41
-------	--	----

3.3.2	Diseño de Mezcla Final para T.N.M. de 3/4 pulg. ....	44
-------	--	----

3.3.3	Diseño de Mezcla Final para T.N.M. de 1/2 pulg. ....	46
-------	--	----

3.3.4	Diseño de Mezcla Final para T.N.M. de 3/8 pulg. ....	48
-------	--	----

**CAPITULO IV:  
PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO ..... 59**

4.1	Generalidades .....	60
-----	---------------------	----

4.2	Ensayo de Consistencia. ....	60
-----	------------------------------	----

4.3	Ensayo de Fluidez. ....	62
-----	-------------------------	----

4.4	Ensayo de Peso Unitario. ....	63
-----	-------------------------------	----

4.5	Ensayo de Exudación. ....	64
-----	---------------------------	----

**CAPITULO V:  
PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO  
ENDURECIDO ..... 65**

5.1	Generalidades .....	66
-----	---------------------	----

5.2	Ensayo de Resistencia a la Compresión. ....	66
-----	---	----

5.3	Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral. ....	67
-----	--	----

5.4	Ensayo del Modulo Elástico Estático. ....	68
-----	---	----

<b>CAPITULO VI:</b>	
<b>RESUMEN DE CUADROS Y GRAFICOS DE LOS RESULTADOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.</b>	70
6.1 Resultado del Concreto en Estado Fresco y Endurecido variando el T.N.M. de 1pulg. a 3/8 pulg.	72
6.2 Resultado del concreto en Estado Fresco y Endurecido variando la relación a/c de 0.55 a 0.70.	87
<b>CAPITULO VII:</b>	
<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.</b>	102
7.1 Generalidades.	103
7.2 Análisis de los Resultados del Concreto en Estado Fresco.	103
7.3 Análisis de los Resultados del Concreto en Estado Endurecido.	110
7.3.1 Resistencia a la Compresión.	110
7.3.1.1 Variacion Porcentual de la Resistencia a la Compresion del concreto respecto a la edad.	110
7.3.1.2 Análisis de Resistencia a la Compresión.	111
7.3.2 Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.	114
7.3.3 Modulo Elástico Estatico.	115
<b>CAPITULO VIII:</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	119
8.1 Generalidades.	120
8.2 Conclusiones.	121
8.3 Recomendaciones.	127
<b>ANEXOS.</b>	138
Anexo A: Análisis Granulométrico.	139
Anexo B: Características de los Materiales.	166
Anexo C: Dosificación de las relaciones agua/cemento de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.	184
Anexo D: El Concreto en Estado Fresco.	204
Anexo E: El Concreto en Estado Endurecido.	235
Anexo F: Análisis Económico.	297
<b>FOTOGRAFIAS.</b>	311

# INTRODUCCION

El Concreto en nuestro medio representa un elemento de gran importancia en la industria de la construcción, por sus grandes aplicaciones. Por tal motivo cada día se hace inevitable los estudios que se puedan hacer del concreto y de sus componentes.

Dentro de estas variables que se encuentran en el concreto, el agregado representa el 65% a 80% del volumen de sólidos del concreto, lo cual nos indica que en cierto modo, las propiedades que tiene el concreto se encuentran en función de las características de los agregados.

Como es sabida la granulometría ideal no existe, en la practica uno de los problemas fundamentales del diseño de mezclas es determinar aquella combinación de agregado fino y grueso que requiere la mínima cantidad de cemento que permita tener las propiedades deseadas.

En este estudio trataremos el comportamiento del agregado grueso por el volumen que representa en el concreto y por las propiedades que pueda afectar a esta, para tal efecto usaremos diferentes tamaños máximos del agregado grueso de manera que permita el empleo de una menor cantidad de cemento en el diseño de mezcla, ya que es el material de mas alto costo en el concreto.

Otro factor al analizar los diferentes tipos de tamaño máximo del agregado grueso es la cantidad de agua en la mezcla y el comportamiento de la trabajabilidad del mismo.

Por las razones expuestas el principal objetivo del presente trabajo titulado **"ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI"**, es la de analizar y cuantificar el grado de influencia del tamaño máximo del agregado grueso, en la resistencia mecánica del concreto, para las relaciones

$a/c=0.55, 0.60, 0.65$  y  $0.70$ . A continuación se presenta el resumen de cada uno de los capítulos en las cuales se ha dividido el presente estudio.

En el **Capítulo I**, se muestra la definición y clasificación de los agregados en general, así como la influencia de estos en la resistencia y durabilidad del concreto.

En el **Capítulo II**, se muestra las características de los agregados usados de la arena y de la piedra, provenientes de la cantera de San Martín y la Gloria respectivamente. También se señala las características del Cemento Pórtland tipo I, marca Sol.

En el **Capítulo III**, se muestra el criterio adoptado para el diseño de mezcla, con la finalidad de lograr una optimización de los recursos. En este capítulo se detalla la cantidad volumétrica de los materiales para  $1 \text{ m}^3$  de concreto de cada relación agua/cemento ( $0.55, 0.60, 0.65$  y  $0.70$ ), para cada Tamaño Nominal Máximo del Agregado Grueso (1 pulg.,  $3/4$  pulg.  $1/2$  pulg. y  $3/8$  pulg.).

En el **Capítulo IV**, se muestra la descripción de los ensayos del concreto en estado fresco, tales como: Ensayo de Consistencia, Ensayo de Fluidéz, Ensayo de Peso Unitario y el Ensayo de Exudación.

En el **Capítulo V**, se muestra la descripción de los ensayos del concreto en estado endurecido, tales como: Ensayo de Resistencia a la Compresión, Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral y el Ensayo del Modulo Elástico Estático.

En el **Capítulo VI**, se muestra el resumen de cuadros y gráficos obtenidos de los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.

En el **Capítulo VII**, se muestra el análisis de los resultados, donde se hace una comparación del concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg, y los T.N.M. de  $3/4$ ,  $1/2$  y  $3/8$  pulg.

En el **Capítulo VIII**, se desarrollan las conclusiones y recomendaciones resultante de la investigación realizada.

A sí mismo se adicionan 6 Anexos (análisis granulométrico, características de los materiales, dosificación de las relaciones a/c: 0.55,0.60,0.65 y 0.70, el concreto en estado fresco, el concreto en estado endurecido y análisis económico), los cuales nos permitirán un mejor entendimiento de algunos capítulos.

# **CAPITULO I**

**LOS AGREGADOS.**

# **CAPITULO I**

## **LOS AGREGADOS.**

### **1.1 DEFINICION.**

Vienen a ser los materiales inertes que intervienen en la composición de concretos y morteros, los cuales no sufren cambios de estructura química o mineralógica cuando se encuentran en las mezclas.

Los agregados empleados de acuerdo a su dimensión pueden ser agregados finos (arena gruesa) y agregados gruesos (piedra chancada) y de acuerdo a su forma pueden ser redondeados y angulares; son provenientes de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

Se puede definir a la arena como el material, cuyo diámetro o tamaño de los granos es igual o menor que 3/16" (4.76 mm.), abertura que corresponde a la malla normalizada N°4. Consiguientemente el agregado grueso (piedra) es el retenido en la malla N°4. En la industria de la construcción el agregado grueso es identificado comercialmente por su tamaño (diámetro nominal), como por ejemplo los siguientes tamaños: 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" y 2".

Los agregados usados en la construcción como aglomerantes no deben contener cantidades perjudiciales de polvo, tierra, escamas, esquistos, pizarras, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

### **1.2 CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS.**

Los agregados se pueden clasificar de acuerdo a su procedencia y de acuerdo a su peso.

### 1.2.1 Los Agregados de Acuerdo a su Procedencia.

Por su procedencia pueden ser:

#### ***Agregados Naturales:***

Depósitos Fluviales, es el material depositado en los márgenes de los ríos, es una combinación de arena y piedra (de perfil redondeado) que recibe el nombre de hormigón.

Depósitos Glaciares, es un material heterogéneo que va desde grandes bloques hasta materiales muy finamente granulares, a causa de las grandes presiones ejercidas y de la abrasión debido al movimiento de la masa de hielo.

Depósitos Fluvio-Aluviales, constituido por materiales heterogéneos, de cómo bloques, cantos, gravas y arena con perfiles subangular a subredondeados.

Depósitos Eólicos, conformado por materiales que han sido acarreados por el viento. Normalmente bien redondeados y compuesto principalmente de cuarzo ya que el intenso desgaste producido por el viento elimina las componentes menos duraderas.

Deposito de Lecho de Mar, son materiales limpia y de buena durabilidad, para la utilización del concreto se debe hacer previamente un análisis para determinar el porcentaje de sales en su composición.

Deposito Lacustre, son materiales que se encuentran en los lagos, esta compuesto por granos muy finos.

#### ***Agregados Artificiales:***

Piedra Partida, es el material resultante de la trituración mecánica de rocas duras y tenaces. Los grupos de rocas mas usados son: Grupo de granitos (cuarzosas, feldespáticas), Grupo de areniscas (silicias o cuarzosas), Grupo diabasas (andesita, basalto, diabasa, graba) y el Grupo de Calcáreos (calcitas, dolomíticas).

Arcilla Expandida, es un agregado grueso basándose en arcilla, por su poco peso es usado en concretos ligeros.

Cascade de Ladrillo, es un material de ladrillo en buen estado de limpieza y buena calidad, usado en concretos de baja resistencia.

Piedra Zarandeada, es la piedra obtenida sobre la base del tamizado del hormigón.

Subproductos, son desechos de los procesos industriales, tales como la escoria, el bagazo, cáscara de arroz, viruta de madera, etc.

### **1.2.2 Los Agregados de Acuerdo a su Peso.**

Agregados de Peso Liger, son los agregados de poco peso como la piedra pómez, escorias y cenizas volcánicas, tabas volcánicas, etc. Este agregado es usado para concretos ligeros (400-1950 kg/m<sup>3</sup>).

Agregados de Peso Normal, son los materiales como la arena, grava, piedra triturada, etc. Este agregado nos proporciona concretos normales (2100-2400 kg/m<sup>3</sup>) que es usado en la industria de la construcción.

Agregados de Gran Peso, son los materiales como la baritina, geotita, limonita, magnetita y acero en forma de chatarra, etc. Con estos materiales los concretos varían entre 2400-4800 kg/m<sup>3</sup> que es usado en reactores nucleares.

## **1.3 LOS AGREGADOS Y SU INFLUENCIA EN EL CONCRETO.**

### **1.3.1 Resistencia Mecánica del Concreto.**

Por su propia naturaleza, la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados, sin embargo la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregados, las mismas que se encuentran por encima de los 1000 kg./cm<sup>2</sup>. Por tal motivo es importante obtener una relación del tamaño nominal máximo del agregado con la resistencia a la compresión.

### **1.3.2 Los Agregados y su Comportamiento en el Concreto en estado fresco y endurecido.**

Los agregados se encuentran suspendidos en la pasta cuando esta en estado fresco. Las propiedades de esta suspensión tal como: facilidad de movimiento sin segregación, esta generalmente influenciada por la selección de la cantidad, tipo y gradación de los agregados. Dependiendo de su naturaleza debe escogerse una adecuada proporción de agregado grueso y fino, para lograr la movilidad, plasticidad, no tener segregación, todos estos factores involucrados son lo que se conoce como trabajabilidad.

Los agregados en estado endurecido los agregados proporcionan una gran área de contacto para que se realice adherencia entre la pasta y la superficie del agregado. La rigidez del agregado restringe el cambio de volumen de masa.

### **1.3.3 Los Agregados y la Durabilidad del Concreto.**

Las reacciones químicas de los agregados en el concreto pueden ser beneficiosos o dañinos, ocasionando expansión anormal, agrietamiento y pérdida de resistencia, produciendo alteraciones al concreto y afectando su durabilidad.

Las reacciones químicas más conocidas son las que se producen entre la sílice activa de algunos agregados y los álcalis del cemento. También se han encontrado reacciones álcali-roca carbonatada, en donde ciertas rocas carbonatadas participan en las reacciones con álcalis, que pueden producir expansión y agrietamientos perjudiciales, en el Perú esta reacción aun no ha sido observada.

En cuanto a exposición de ataques químicos del concreto, el papel del agregado es generalmente mínimo. En regiones donde se producen heladas, se verifica la desintegración del concreto por fenómeno de orden físico debidas a la expansión del agua contenida en el agregado, al pasar al estado sólido. El comportamiento de los agregados en los concretos sujetos a la acción de las heladas se evalúa por el conocimiento de su comportamiento histórico en obras similares.

### **1.3.4 Sustancia Perjudiciales.**

Los elementos contaminantes de los agregados actúan sobre el concreto reduciendo su resistencia, modificando la durabilidad y dañando su apariencia externa. Existen casos en donde alteran el proceso de mezclado retrasando el proceso de fraguado o incrementando la exigencia del agua. Las principales sustancias perjudiciales son:

Impurezas Orgánicas, existen agregados que se encuentran con la presencia de materias orgánicas producto de la descomposición de elementos vegetales, estas sustancias pueden afectar las reacciones de hidratación, modificando el fraguado o reduciendo su resistencia.

Partículas livianas, son materias de baja densidad como los materiales fibrosos, el carbón y la madera, que pueden afectar la durabilidad del concreto.

Material más fino que el tamiz N° 200, está constituido por los materiales de arcilla y limo se encuentra recubriendo el agregado grueso o mezclado en la arena. En el primer caso pueden afectar la adherencia entre el agregado y la pasta, en el segundo caso puede incrementar los requerimientos de agua en el diseño de mezcla.

Partículas inestables, son sustancias que no mantienen su integridad y al contacto con el agua experimentan expansiones destructivas., tal es el caso de la pizarra, íritas de hierro, etc.

El porcentaje de partículas en el agregado fino no deberá exceder las siguientes cantidades:  
Lentes de arcilla y partículas deleznable (3%).

Material mas fino que el tamiz N°200; para concretos sujetos a abrasión (3%), otros concretos (5%).

Presencia del carbón; cuando la apariencia superficial del concreto es importante (0.5 %), otros concretos (1%).

El porcentaje de partículas en el agregado grueso no deberá exceder las siguientes cantidades:

Arcilla (0.25%).

Partículas deleznable (5%).

Material mas fino que el tamiz N°200 (1%).

Carbón y lignita; cuando el acabado superficial del concreto es importante (0.5%), otros concretos (1%)

# **CAPITULO II**

**MATERIALES USADOS Y PROPIEDADES**

## **CAPITULO II: MATERIALES USADOS Y PROPIEDADES**

<b>CUADROS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
CUADRO II-1	GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO FINO
CUADRO II-2	GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO CON T.N.M. DE 1 pulg.
CUADRO II-3	GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO CON T.N.M. DE 3/4 pulg.
CUADRO II-4	GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO CON T.N.M. DE 1/2 pulg.
CUADRO II-5	GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO CON T.N.M. DE 3/8 pulg.
CUADRO II-6	RELACIÓN OPTIMA DEL AGREGADO GLOBAL CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
CUADRO II-7	RELACIÓN OPTIMA DEL AGREGADO GLOBAL CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO II-8	RELACIÓN OPTIMA DEL AGREGADO GLOBAL CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO II-9	RELACIÓN OPTIMA DEL AGREGADO GLOBAL CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.

<b>CUADROS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
GRAFICO II-1	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
GRAFICO II-2	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
GRAFICO II-3	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
GRAFICO II-4	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES USADOS Y PROPIEDADES.**

#### **2.1 CEMENTO PORTLAND TIPO I.**

##### **2.1.1 Características Generales del Cemento Pórtland Tipo I.**

El Cemento Pórtland es un elemento de gran importancia en el concreto ya que influye directamente en las principales propiedades en especial en estado endurecido. Se obtiene de un proceso artificial de materias primas que en la actualidad abundan en nuestra naturaleza, llevando consigo para su fabricación Normas Estándar.

A pesar que el Cemento Pórtland representa solo un 10% a 20% del peso del concreto es el elemento de mayor costo en la mezcla, por tal motivo en la actualidad se buscan diseños de mezcla que presenten menor cantidad de cemento y altas resistencias.

Según los requerimientos constructivos el cemento Pórtland se producen en cinco tipos:

Cemento Pórtland tipo I, usado cuando no se requiere que el cemento tenga propiedades especiales, como a los sulfatos del suelo y el agua.

Cemento Pórtland Tipo II, es de uso general y en especial cuando se requiere una resistencia moderada a los sulfatos, también es usado cuando se necesita un moderado calor de hidratación.

Cemento Pórtland Tipo III, para concretos que requieren una alta resistencia inicial.

Cemento Pórtland tipo IV, usado cuando se requiere un bajo calor de hidratación.

Cemento Pórtland Tipo V, para concretos que requieran una alta resistencia a los sulfatos.

##### **2.1.2 Principales Propiedades Físicas.**

El cemento presenta las siguientes propiedades: Peso Especifico, Fineza, Consistencia Normal, Tiempo de Fraguado y Calor de Hidratación.

#### 2.1.2.1 Peso Especifico.

El valor del peso especifico del cemento corresponde al de un material compactado, se encuentra expresado por lo general en  $\text{gr}/\text{cm}^3$ . Su valor varia entre 3.00 y 3.20.

$$Pe = 3.11 \text{ gr./cm}^3$$

#### 2.1.2.2 Fineza o Superficie Especifica.

La fineza del cemento esta dado por la composición granulométrica de las partículas, se encuentra expresada por la suma de áreas en centímetros cuadrados de los granos contenidos en un gramo de cemento.

Es de gran importancia en la influencia de la velocidad de hidratación, sobre la resistencia inicial y final.

$$Se = 3,477 \text{ cm}^2/\text{gr.}$$

#### 2.1.2.3 Contenido de Aire.

El contenido de aire del cemento es un valor indicativo de la finura del cemento y p por consiguiente el grado de la molienda. Se encuentra expresado en porcentaje.

$$\text{Contenido de Aire} = 9.99\%$$

#### 2.1.2.4 Consistencia Normal.

La consistencia del cemento se expresa en él % de agua empleado en la mezcla, con relación al peso del cemento.

Su importancia radica en la determinación del tiempo de fraguado de los cementos.

#### 2.1.2.5 Tiempo de Fraguado.

El tiempo de fraguado se refiere al cambio de estado fluido de una parte del cemento al estado sólido. Este proceso presenta dos etapas:

Fragua Inicial, cuando se presenta una penetración de 25 mm. en la aguja.

Fragua Inicial = 1<sup>h</sup> 49<sup>m</sup>

Fragua Final, cuando no presenta rastros de penetración.

Fragua Final = 3<sup>h</sup> 29<sup>m</sup>

#### 2.1.2.6 Calor de Hidratación.

Las reacciones ente los compuestos del cemento y el agua produce una fragua y endurecimiento de la pasta de cemento generando una cantidad de calor llamado Calor de Hidratación.

Una característica importante se da cuando aumentamos la temperatura inicial de curado acelerando el desarrollo de calor de hidratación, del mismo modo ocurre cuando se aumenta la finura del cemento.

Es un factor importante para determinar el tipo de cemento en la construcción de una obra determinada.

Calor de Hidratación 7 días = 70.60 cal./gr.

Calor de Hidratación 28 días = 84.30 cal./gr.

#### 2.1.3 Principales Propiedades Químicas.

El Cemento Pórtland en su análisis químico presenta dos grupos de componentes y dos grupos de compuestos químicos.

##### *Componentes Principales.*

- Oxido de Calcio (CaO), proviene de la roca caliza (CaCO<sub>3</sub>) que al recalentarse a una temperatura de 1000 °C se descompone en anhídrido carbónico y oxido de calcio..

- Oxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ), proviene de las rocas en forma de cuarcita, arena de cuarzo y arenisca. Su característica es ser resistente e insoluble en agua.
- Oxido de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), proviene de las arcillas
- Oxido Ferrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), su importancia radica que gracias a la elaboración del cemento se pueden dar a temperaturas menores que las conocidas.

#### *Componentes Secundarios.*

- Perdida por calcinación (P.C), es la liberación del anhídrido carbónico y agua en el proceso de calentamiento, si su porcentaje es mayor a las normas el cemento no deberá ser usado en elementos estructurales ya que se encontraría en un proceso de hidratación que conlleva a que el cemento pierda sus cualidades hidráulicas.
- Residuo Insoluble (R.I.), En la parte del cemento que no ha podido disolverse con el ácido clorhídrico debido a la mala reacción durante la cocción en el horno.

#### *Compuestos Principales.*

- Silicato Tricalcico ( $\text{C}_3\text{S}$ ), es el compuesto que desarrolla una resistencia inicial elevada. Su fraguado es lento y endurecimiento rápido. Por tal motivo se encuentra en gran proporción en cementos de endurecimiento rápido y altas resistencias.
- Silicato Bicalcico ( $\text{C}_2\text{S}$ ), es el que proporciona la resistencia al cemento a largo plazo, favorece a la resistencia a los sulfatos cuando presenta mayor contenido de silicato bicalcico.
- Aluminato Tricalcico ( $\text{C}_3\text{A}$ ), proporciona al cemento una rápida velocidad de fraguado, gran retracción y un calor de hidratación muy grande, por tal motivo le da la resistencia al cemento a corto plazo.
- Ferro Aluminato Tricalcico ( $\text{C}_4\text{AF}$ ), tiene un pequeño calor de hidratación y una gran velocidad de fraguado, se comporta resistente a las aguas selenitosas.

#### *Compuesto Secundarios.*

- Oxido de Magnesio ( $\text{MgO}$ ), proviene de calizas y arcillas, proporciona al cemento un color verde grisáceo, en contacto con el agua se hidrata y aumenta el volumen.
- Oxido de Sodio y Oxido de Potasio, llamados también álcalis, en grandes cantidades pueden producir expansiones que destruyen al concreto originando la entrada de humedad.

## 2.2 AGREGADO FINO.

Se denomina Agregado Fino aquel material que resulta de la desintegración natural y/o artificial de las rocas, que pasa por el tamiz 9.51 mm (malla 3/8") y queda retenido en el tamiz 74 um. (malla N°200).

En la presente tesis se utilizo agregado fino proveniente de la cantera "San Martín", la cual esta ubicada a la altura del Km. 6.1 de la Carretera Central, en el Distrito de Ate Vitarte en la Provincia de Lima.

### 2.2.1 Granulometría.

#### GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO FINO

CANTERA : SAN MARTÍN

PESO DE LA MUESTRA: 5,000 gr.

CUADRO II-1

TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	gr.	%	%	%
PROMEDIO DE 3 MUESTRAS				
N° 4	20.87	4.17	4.17	95.83
N° 8	83.45	16.69	20.86	79.14
N° 16	123.13	24.63	45.49	54.51
N° 30	109.98	22.00	67.49	32.51
N° 50	90.87	18.17	85.66	14.34
N° 100	47.90	9.58	95.24	4.76
FONDO	23.80	4.76	100.00	0.00

La granulometría del agregado esta representada por la distribución de sus partículas, viene a ser un factor importante en el comportamiento del concreto principalmente en las propiedades del concreto en estado fresco, como en el caso de trabajabilidad.

Para determinar la granulometría se usan mallas cuadrículas estándar de la siguiente gradación: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.

El procedimiento consiste en colocar las mallas de mayor a menor; luego mediante movimiento de las mallas pasamos un peso conocido de agregado desde la primera malla.

Resultados del análisis granulométrico se presentan en el cuadro II-1.

### **2.2.2 Peso Especifico y Porcentaje de Absorción.**

El Peso Especifico esta dado por la relación entre el peso de la masa del agregado y su volumen. también se encuentra expresado como densidad, presenta las siguientes definiciones:

- *Peso Especifico de Masa*, viene a ser la relación entre el peso de masa del agregado y el volumen total, es decir incluyendo los poros impermeables y permeables.

$$\text{Peso Especifico de Masa} = 2.66 \text{ gr./cm}^3$$

- *Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco*, es la relación entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo.

$$\text{Peso Especifico de Masa Saturada} = 2.69 \text{ gr./cm}^3$$

- *Peso Especifico Aparente*, representada por la relación entre el peso de masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo.

$$\text{Peso Especifico Aparente} = 2.73 \text{ gr./cm}^3$$

El Porcentaje de Absorción es la cantidad de agua absorbida por el agregado debido a sus características como porosidad, permeabilidad, etc., después de haber sido sumergido 24 horas. Esta expresado como un porcentaje del peso de la muestra.

$$\text{Porcentaje de Absorción} = 1.01 \%$$

### **2.2.3 Superficie Especifica y Modulo de Finura.**

La Superficie Especifica esta dado por la suma de áreas superficiales por unidad de peso. Para su determinación se considera que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan un tamiz y quedan retenidas en otro, es igual al promedio de las dos aberturas.

$$S_e = 38.99 \text{ cm}^2/\text{gr.}$$

El Modulo de Finura es un valor aproximado y empírico. Representa el tamaño promedio de las partículas del agregado, es usado para la uniformidad de la muestra.

Se determina como el resultado de dividir entre 100 la suma de los porcentajes retenidos en las siguientes mallas: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.

$$M.F. = 3.19$$

#### **2.2.4 Peso Unitario.**

Es el peso de agregado que ocupa un volumen unitario. Es una cantidad variable dependiendo de la humedad, tamaño, forma y granulometría del agregado, puede expresarse de la siguiente manera:

Peso Unitario Suelto, es cuando el agregado es llenado en el molde(según Normas) sin ninguna presión.

$$P.U.S. = 1,664.90 \text{ kg./m}^3$$

Peso Unitario Compactado, se refiere al peso del agregado cuando es llenado en el molde con material ejerciendo una presión (compactación) en tres capas según Normas.

$$P.U.C. = 1,875.15 \text{ kg./m}^3$$

#### **2.2.5 Contenido de Humedad.**

El Contenido de Humedad es el porcentaje de agua que presenta el agregado en estado natural.

$$\text{Contenido de Humedad} = 0.81\%$$

### **2.3 AGREGADO GRUESO.**

Se define como Agregado Grueso aquel material que es retenido en la malla N°4 (tamiz 476 mm.) y que resulta de la desintegración natural y/o artificial de las rocas, cumpliendo los límites que indica la Norma Itintec 400.037.

Para el estudio de la presente tesis se utilizo agregado grueso proveniente de la cantera "La Gloria", ubicado en el Km. 14.8 de la Carretera Central, en el Distrito de Ate Vitarte, Provincia de Lima.

### 2.3.1 Granulometría.

Para el ensayo granulométrico se utilizo las siguientes mallas normalizadas: 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4 y N°8.

El procedimiento consiste en cuartear el agregado y tomar una muestra representativa, luego se coloca el material en la malla superior, la cual estará dispuesta en forma decreciente según el tamaño de tamiz, luego zarandeamos por un tiempo de 1.5 minutos. Finalmente se pesa el material retenido en cada malla, para calcular el porcentaje que representa en la muestra.

#### GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.

CANTERA : LA GLORIA

PESO DE LA MUESTRA: 8,000.00 gr.

CUADRO II-2

TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	gr.	%	%	%
PROMEDIO DE 3 MUESTRAS				
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	143.47	1.79	1.79	98.21
¾"	1,429.54	17.87	19.66	80.34
½"	4,584.09	57.30	76.96	23.04
3/8"	1,621.58	20.27	97.23	2.77
No. 4	217.91	2.72	99.96	0.04
FONDO	3.41	0.04	100.00	0.00

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.**

CANTERA : LA GLORIA

PESO DE LA MUESTRA: 8,000.00 gr.

**CUADRO II-3**

TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	gr.	%	%	%
PROMEDIO DE 3 MUESTRAS				
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	387.10	4.84	4.84	95.16
1/2"	2,967.93	37.10	41.94	58.06
3/8"	2,178.21	27.23	69.17	30.83
No. 4	2,136.78	26.71	95.88	4.12
FONDO	329.98	4.12	100.00	0.00

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.**

CANTERA : LA GLORIA

PESO DE LA MUESTRA: 8,000.00 gr.

**CUADRO II-4**

TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	gr.	%	%	%
PROMEDIO DE 3 MUESTRAS				
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	420.18	5.25	5.25	94.75
3/8"	3,450.05	43.13	48.38	51.62
No. 4	3,850.79	48.13	96.51	3.49
FONDO	278.98	3.49	100.00	0.00

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.**

CANTERA : LA GLORIA

PESO DE LA MUESTRA: 500.00 gr.

**CUADRO II-5**

TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	gr.	%	%	%
PROMEDIO DE 3 MUESTRAS				
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	40.85	8.17	8.17	91.83
No. 4	374.81	74.96	83.13	16.87
No. 8	53.58	10.72	93.85	6.15
No. 16	30.51	6.10	99.95	0.05
FONDO	0.25	0.05	100.00	0.00

**2.3.2 Peso Especifico y Porcentaje de Absorción.**

Es la relación entre el peso de la masa del agregado y su volumen unitario. Se pueden dar las siguientes definiciones:

Peso Especifico de Masa, esta dada por la relación entre el peso de masa del agregado y el volumen total.

Peso Especifico de Masa para T.N.M. de 1 pulg. =  $2.73 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa para T.N.M. de 3/4 pulg. =  $2.70 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa para T.N.M. de 1/2 pulg. =  $2.69 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa para T.N.M. de 3/8 pulg. =  $2.69 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco, viene a ser la relación entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo, se obtiene los siguientes valores:

Peso Especifico de Masa Saturada para T.N.M. de 1 pulg. =  $2.74 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa Saturada para T.N.M. de 3/4 pulg. =  $2.72 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa Saturada para T.N.M. de 1/2 pulg. = 2.70 gr./cm<sup>3</sup>

Peso Especifico de Masa Saturada para T.N.M. de 3/8 pulg. = 2.71 gr./cm<sup>3</sup>

Peso Especifico Aparente, es la relación entre el peso de masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo.

Peso Especifico Aparente para T.N.M. de 1 pulg. = 2.76 gr./cm<sup>3</sup>

Peso Especifico Aparente para T.N.M. de 3/4 pulg. = 2.74 gr./cm<sup>3</sup>

Peso Especifico Aparente para T.N.M. de 1/2 pulg. = 2.73 gr./cm<sup>3</sup>

Peso Especifico Aparente para T.N.M. de 3/8 pulg. = 2.73 gr./cm<sup>3</sup>

La Absorción se define como la cantidad de agua absorbida por el agregado después de saturarse en 24 horas, se encuentra expresada en porcentaje.

Porcentaje de Absorción para T.N.M. de 1 pulg. = 0.46 %.

Porcentaje de Absorción para T.N.M. de 3/4 pulg. = 0.47 %.

Porcentaje de Absorción para T.N.M. de 1/2 pulg. = 0.51 %.

Porcentaje de Absorción para T.N.M. de 3/8 pulg. = 0.51 %.

### **2.3.3 Superficie Especifica y Modulo de Finura.**

La Superficie Especifica se define como la suma de áreas superficiales por unidad de peso de la muestra.

Superficie Especifica para T.N.M. de 1 pulg. = 1.47 cm<sup>2</sup>/gr.

Superficie Especifica para T.N.M. de 3/4 pulg. = 1.94 cm<sup>2</sup>/gr.

Superficie Especifica para T.N.M. de 1/2 pulg. = 2.44 cm<sup>2</sup>/gr.

Superficie Especifica para T.N.M. de 3/8 pulg. = 3.94 cm<sup>2</sup>/gr.

El Modulo de Finura se define en el agregado grueso como el índice de la suma los porcentajes retenidos en las mallas: N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4, 3/8", 3/4", 1 1/2"; divididos entre 100.

Modulo de Finura para T.N.M. de 1 pulg. = 6.99

Modulo de Finura para T.N.M. de 3/4 pulg. = 6.70

Modulo de Finura para T.N.M. de 1/2 pulg. = 6.45

Modulo de Finura para T.N.M. de 3/8 pulg. = 5.85

#### **2.3.4 Peso Unitario.**

Es el peso del agregado que ocupa un volumen unitario, generalmente se expresa en  $\text{kg}/\text{m}^3$ . El peso unitario del agregado grueso es variable dependiendo del grado de compacidad o de humedad, de la forma, de la granulometria y del tamaño máximo. En el presente estudio siguiendo la Norma ITINTEC N°400.017, se realizara los ensayos del Peso unitario suelto y Peso unitario compactado.

*Peso Unitario Suelto*, se refiere al peso del agregado cuando es llenado en un molde sin ninguna presión.

Peso Unitario Suelto para T.N.M de 1 pulg. =  $1,370.29 \text{ kg./m}^3$

Peso Unitario Suelto para T.N.M. de 3/4 pulg. =  $1,342.04 \text{ kg./m}^3$

Peso Unitario Suelto para T.N.M. de 1/2 pulg. =  $1,284.13 \text{ kg./m}^3$

Peso Unitario Suelto para T.N.M. de 3/8 pulg. =  $1,259.42 \text{ kg./m}^3$

*Peso Unitario Compactado*, es el peso del agregado cuando es llenado en un molde con una presión (compactación) en tres capas según Normas.

Peso Unitario Compactado para T.N.M. de 1 pulg. =  $1,575.33 \text{ kg./m}^3$ .

Peso Unitario Compactado para T.N.M. de 3/4 pulg. =  $1,534.60 \text{ kg./m}^3$ .

Peso Unitario Compactado para T.N.M. de 1/2 pulg. =  $1,456.69 \text{ kg./m}^3$ .

Peso Unitario Compactado para T.N.M. de 3/8 pulg. =  $1,433.38 \text{ kg./m}^3$ .

#### **2.3.5 Contenido de Humedad.**

El Contenido de Humedad viene a estar dado como el porcentaje de agua existente en el agregado en estado natural.

Contenido de Humedad para T.N.M.0 de 1 pulg. = 0.39 %.

Contenido de Humedad para T.N.M. de 3/4 pulg. = 0.42 %.

Contenido de Humedad para T.N.M. de 1/2 pulg. = 0.43 %.

Contenido de Humedad para T.N.M. de 3/8 pulg. = 0.41 %.

### 2.3.6 Tamaño Nominal Máximo.

Es la que indica generalmente la granulometría del agregado, corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido, según Norma ITINTEC N°400.037.

### 2.3.7 Tamaño Máximo.

Viene a ser el menor tamiz de la serie utilizada por la que pasa toda la muestra de agregado. siguiendo la Norma ITINTEC N°400.037.

## 2.4 AGREGADO GLOBAL.

### 2.4.1 Generalidades.

El agregado global es la combinación de los agregados en la mezcla, de tal forma que la relación mas optima nos proporcione el mayor peso unitario. En el presente estudio realizaremos los cálculos para la relación optima del agregado fino con el tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1 pulg. 3/4 pulg. 1/2 pulg. y de 3/8 pulg.

### 2.4.2 Peso Unitario Compactado.

#### 2.4.2.1 Relación Optima para el Agregado Grueso de T.N.M. 1 pulg.

Para hallar la máxima compacidad de los agregados en el concreto se determina el mayor peso unitario compactado, para tal efecto se realizo las siguientes proporciones.

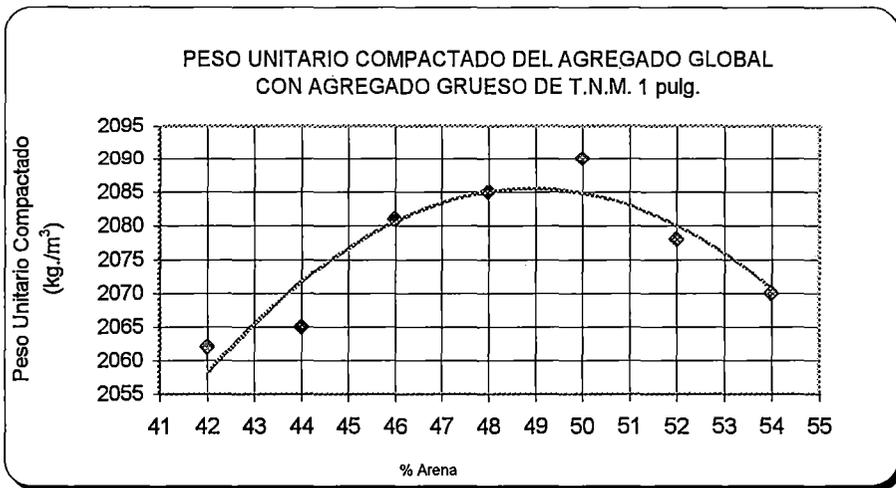
**RELACION OPTIMA DEL AGREGADO GLOBAL  
CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.**

**CUADRO II-6**

AGREGADO FINO %	AGREGADO GRUESO %	PESO UNITARIO COMPACTADO kg./m <sup>3</sup>
42.00	58.00	2062.00
44.00	56.00	2065.00
46.00	54.00	2081.00
48.00	52.00	2085.00
50.00	50.00	2090.00
52.00	48.00	2078.00
54.00	46.00	2070.00

Luego realizamos una curva de Peso Unitario Compactado del Agregado Global Vs. Porcentaje de uno de los Agregados (arena fina). Finalmente interpolamos para obtener el mayor peso unitario compactado y por consiguiente el porcentaje optimo del agregado en la mezcla de la siguiente manera:

**GRAFICO II-1**



Del grafico II-1, observamos que el mayor peso unitario compactado de la mezcla, corresponde una relación de 49% para el agregado fino.

Este porcentaje de agregado es el primer valor indicativo de la muestra, pero para usarlo como valor de diseño se requiere de otras consideraciones que se verán en el Cap.III del presente estudio.

#### **2.4.2.2 Relación Óptima para el Agregado Grueso de T.N.M. 3/4 pulg.**

Hallamos la máxima compactación de los agregados en el concreto con el mayor peso unitario compactado (ver cuadro cuadro II-7.)

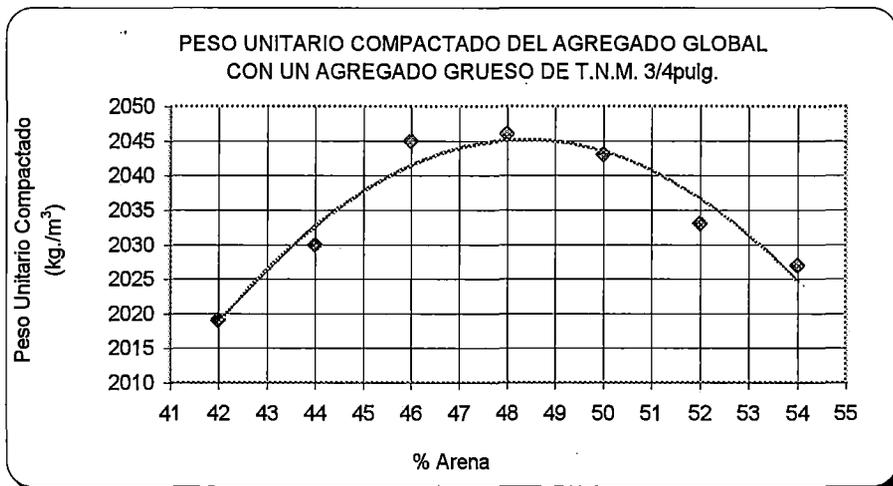
Luego realizamos una curva (Grafico II-2) del Peso Unitario Compactado del Agregado Global Vs. Porcentaje de uno de los Agregados (arena fina). Finalmente interpolamos para obtener el mayor peso unitario compactado y por consiguiente el porcentaje optimo del agregado en la mezcla.

**RELACION OPTIMA DEL AGREGADO GLOBAL  
CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.**

**CUADRO II-7**

AGREGADO FINO %	AGREGADO GRUESO %	PESO UNITARIO COMPACTADO kg./m <sup>3</sup>
42	58	2019
44	56	2030
46	54	2045
48	52	2046
50	50	2043
52	48	2033
54	46	2027

**GRAFICO II-2**



Del grafico observamos que el mayor peso unitario compactado de la mezcla, corresponde una relación de 48% para el agregado fino.

Este porcentaje de agregado es el primer valor indicativo de la muestra, para usarlo como valor de diseño se requiere de otras consideraciones que se verán en el Cap.III del presente estudio.

**2.4.2.3 Relación Optima para el Agregado Grueso de T.N.M. 1/2 pulg.**

Para hallar el mayor peso unitario compactado de la mezcla de los agregados se realizo las proporciones descritas en el cuadro II-8.

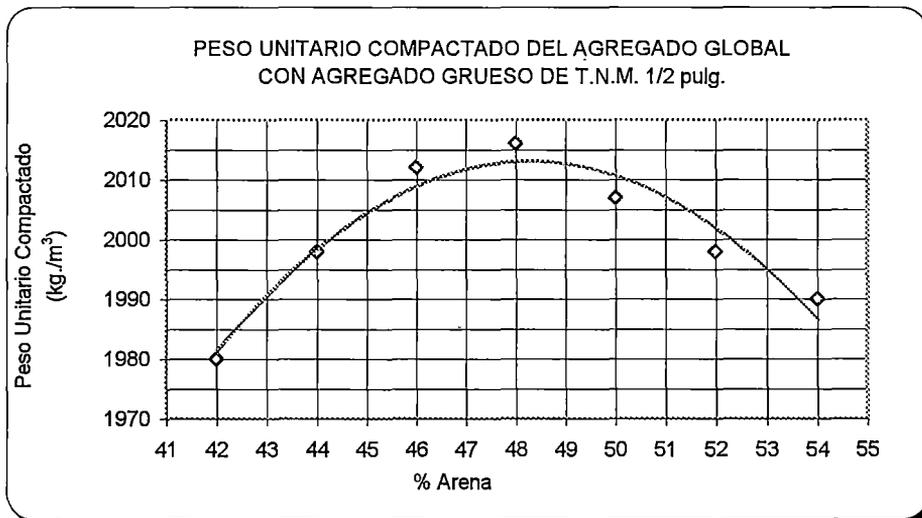
**RELACION OPTIMA DEL AGREGADO GLOBAL  
CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.**

**CUADRO II-8**

AGREGADO FINO %	AGREGADO GRUESO %	PESO UNITARIO COMPACTADO kg./m <sup>3</sup>
42.00	58.00	1980.00
44.00	56.00	1998.00
46.00	54.00	2012.00
48.00	52.00	2016.00
50.00	50.00	2007.00
52.00	48.00	1998.00
54.00	46.00	1990.00

Luego realizamos una curva de Peso Unitario Compactado del Agregado Global Vs. Porcentaje de uno de los Agregados (arena fina). Finalmente interpolamos para obtener el mayor peso unitario compactado y por consiguiente el porcentaje optimo del agregado en la mezcla de la siguiente manera:

**GRAFICO II-3**



Del gráfico observamos que el mayor peso unitario compactado de la mezcla, corresponde una relación de 48% para el agregado fino.

Este porcentaje de agregado es el primer valor indicativo de la muestra, pero para usarlo como valor de diseño se requiere de otras consideraciones que se verán en el Cap.III del presente estudio.

### 2.4.2.4 Relación Óptima para el Agregado Grueso de T.N.M. 3/8 pulg.

Para hallar la máxima compactación de los agregados en el concreto se determina el mayor peso unitario compactado, para tal efecto se realizó las siguientes proporciones.

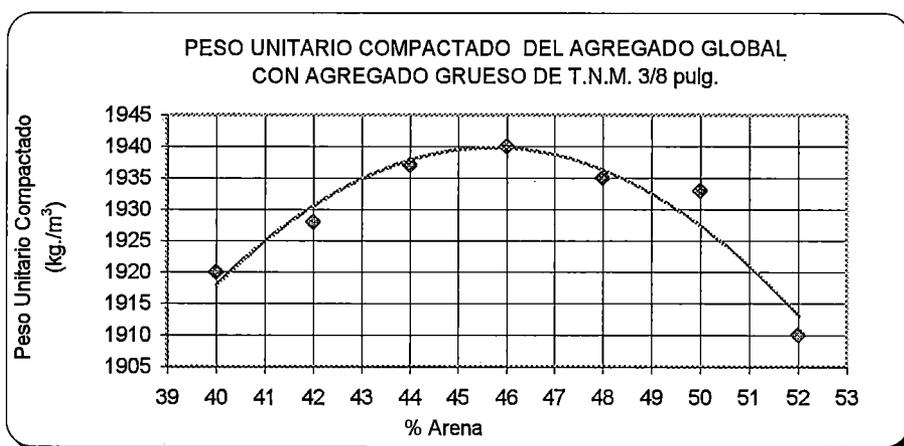
**RELACION OPTIMA DEL AGREGADO GLOBAL  
CON AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.**

**CUADRO II-9**

AGREGADO FINO %	AGREGADO GRUESO %	PESO UNITARIO COMPACTADO $kg./m^3$
40.00	60.00	1920.00
42.00	58.00	1928.00
44.00	56.00	1937.00
46.00	54.00	1940.00
48.00	52.00	1935.00
50.00	50.00	1933.00
52.00	48.00	1910.00

Luego realizamos una curva de Peso Unitario Compactado del Agregado Global Vs. Porcentaje de uno de los Agregados (arena fina). Finalmente interpolamos para obtener el mayor peso unitario compactado y por consiguiente el porcentaje óptimo del agregado en la mezcla de la siguiente manera:

**GRAFICO II-4**



Del gráfico observamos que el mayor peso unitario compactado de la mezcla, corresponde una relación de 46% para el agregado fino.

Este porcentaje de agregado es el primer valor indicativo de la muestra, pero para usarlo como valor de diseño se requiere de otras consideraciones que se verán en el Cap.III del presente estudio.

# **CAPITULO III**

**DISEÑO DE MEZCLA.**

### CAPITULO III: DISEÑO DE MEZCLA

CUADROS	DESCRIPCION
CUADRO III-1	MEZCLA DE PRUEBA DE CONCRETO CON T.N.M. DE 1 pulg. PARA LA OBTENCION DEL PORCENTAJE FINAL DE LOS AGREGADOS
CUADRO III-2	MEZCLA DE PRUEBA DE CONCRETO CON T.N.M. DE 3/4 pulg. PARA LA OBTENCION DEL PORCENTAJE FINAL DE LOS AGREGADOS
CUADRO III-3	MEZCLA DE PRUEBA DE CONCRETO CON T.N.M. DE 1/2 pulg. PARA LA OBTENCION DEL PORCENTAJE FINAL DE LOS AGREGADOS
CUADRO III-4	MEZCLA DE PRUEBA DE CONCRETO CON T.N.M. DE 3/8 pulg. PARA LA OBTENCION DEL PORCENTAJE FINAL DE LOS AGREGADOS
CUADRO III-5	DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA T.N.M. DE 1 pulg.
CUADRO III-6	DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.
CUADRO III-7	DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.
CUADRO III-8	DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.
CUADRO III-9	DISEÑO DE MEZCLA FINAL EN PESO DE 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO PARA A/C=0.55-0.70
CUADRO III-10	DISEÑO DE MEZCLA FINAL EN PESO DE 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO PARA TNM=1pulg.-3/8pulg.
CUADRO III-11	RESUMEN DEL AGUA REQUERIDA PARA T.N.M. =1 pulg. - 3/8 pulg.

CUADROS	DESCRIPCION
GRAFICO III-1	DETERMINACION DEL PORCENTAJE FINAL DE LOS AGREGADOS PARA T.N.M. 1 pulg. Y a/c=0.70
GRAFICO III-2	DETERMINACION DEL PORCENTAJE FINAL DE LOS AGREGADOS PARA T.N.M. 3/4 pulg. Y a/c=0.70
GRAFICO III-3	DETERMINACION DEL PORCENTAJE FINAL DE LOS AGREGADOS PARA T.N.M. 1/2 pulg. Y a/c=0.70
GRAFICO III-4	DETERMINACION DEL PORCENTAJE FINAL DE LOS AGREGADOS PARA T.N.M. 3/8 pulg. Y a/c=0.70
GRAFICO III-5	RESUMEN DEL AGUA REQUERIDA PARA T.N.M.=1 pulg-3/8pulg.

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO DE MEZCLA.**

La dosificación de una mezcla viene a ser dada por la relación adecuada de los elementos que lo componen: cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, obteniendo como resultado un concreto con las propiedades en estado fresco y endurecido según los requisitos establecidos.

- ❖ Estado fresco ser trabajable, de tal manera que su colocación sea sencilla.
- ❖ Estado endurecido proporcionar la mayor resistencia y durabilidad.

Otro factor importante de las mezclas de concreto es el económico, salvaguardando en todos los casos la calidad del mismo.

Los diseños de mezcla de concreto toman gran importancia en la actualidad estableciendo tablas y gráficos para estimar la relación correcta del agua/cemento en función del tamaño máximo y geometría del agregado, así como de otros conceptos.

#### **3.1 CRITERIOS DE DISEÑO.**

El presente estudio trata de hallar la dosificación ideal utilizando las siguientes premisas: economía, trabajabilidad, resistencia y durabilidad.

La mezcla debe ser económica de tal manera que al usar los insumos disponibles se relacionados convenientemente. Debe ser trabajable es decir que su elaboración, traslado y colocado sea conveniente. Una vez endurecido tenga la resistencia adecuada ante las condiciones de su entorno que halla sido colocado.

En nuestro estudio usaremos la granulometría del agregado fino, agregado grueso y la combinación de ambos, de tal manera que la resultante proporcione una mezcla adecuada con la menor cantidad de cemento posible en la pasta. Para tal motivo es necesario obtener la relación óptima (**rf**) de los agregados, de tal forma que su combinación proporcione un

peso unitario máximo y por consiguiente al involucrarse en la mezcla se tendrá una alta resistencia.

### 3.2 OBTENCION DEL PORCENTAJE OPTIMO FINAL DE LOS AGREGADOS PARA DIFERENTES T.N.M.

#### 3.2.1 OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE OPTIMO FINAL DE LOS AGREGADOS PARA AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.

En el presente estudio presentaremos el diseño de mezcla para cuatro relaciones de a/c: 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70. Se usaran los datos de los materiales hallados en el laboratorio y resumidos en los siguientes valores:

CARACTERISTICAS	UND	AGREGADOS	
		FINO	GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
Peso Especifico de Masa	gr./cm <sup>3</sup>	2.66	2.73
Porcentaje de Absorción	%	1.01	0.46
Superficie Especifica	cm <sup>2</sup> /gr.	38.99	1.47
Modulo de Finura		3.19	6.99
Peso Unitario Suelto	kg./m <sup>3</sup>	1664.90	1370.29
Peso Unitario Compactado	kg./m <sup>3</sup>	1875.15	1575.33
Contenido de Humedad	%	0.81	0.39

Cemento Pórtland tipo I – Sol: Peso Especifico = 3.11 gr./cm<sup>3</sup>

El diseño consiste en hallar la mejor combinación de los agregados, determinando el peso unitario compactado global. En el Cap. II se obtuvo el 49 % de arena y 51% de piedra como primer indicador de los porcentajes, la cual nos asegura la relación de agregados en la mezcla más económica, pero no la de mayor resistencia y durabilidad.

Para conseguir la mayor resistencia se realizara mezclas de prueba de concreto, variando la relación porcentual de los agregados dos puntos hacia abajo y dos hacia arriba con respecto al valor porcentual obtenido en el peso unitario compactado de la mezcla de los agregados.

Las pruebas de concreto se realizaran con una relación a/c=0.70, y con un asentamiento de 3 a 4 pulg., este asentamiento se conseguirá mediante ajustes sucesivos del peso unitario de agua en la mezcla.

Finalmente se harán los diseños de 3 probetas para cada valor porcentual del agregado fino, las cuales después de curarlas en agua potable durante 7 días, se procederán a realizar el ensayo de resistencia a la compresión, en el laboratorio. (ver cuadro III-1)

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON T.N.M. DE 1 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL PORCENTAJE FINAL DEL AGREGADO**

RELACION (A/C) : 0.70

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 1.50

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

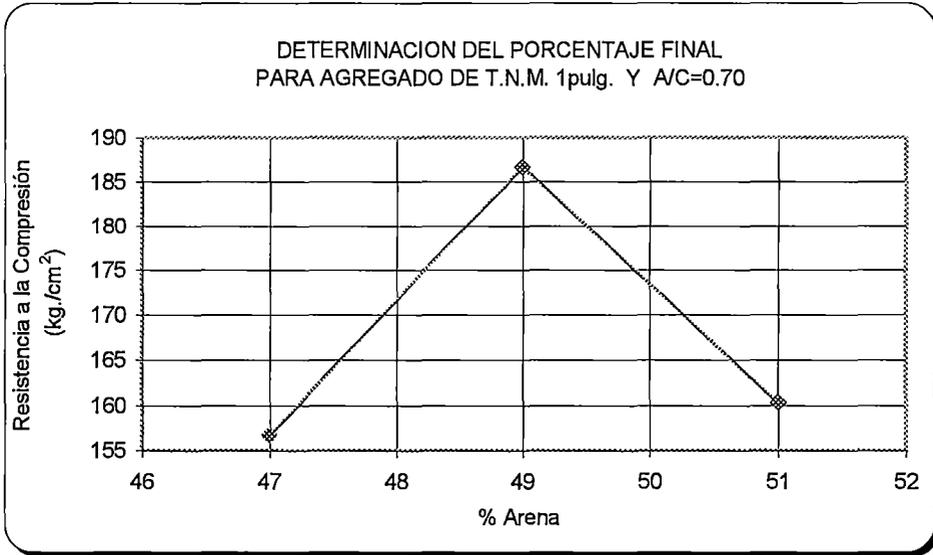
**CUADRO III-1**

DESCRIPCION	PESO SECO kg.	PESO HUMEDO kg.	DISEÑO PARA 48 kg. kg.	COMPRESION PROMEDIO A LOS 7 DIAS kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PRUEBA N°1 :</b> %rf = 47.00 Agua=205 Asentamiento = 3.45 pulg.					
CEMENTO	292.86	292.86	5.95	161	157
AGUA	205.00	207.42	4.22	164	
ARENA	869.24	876.28	17.82	145	
PIEDRA	980.21	984.03	20.01		
<b>PRUEBA N°2 :</b> %rf = 49.00 Agua=205 Asentamiento = 3.50 pulg.					
CEMENTO	292.86	292.86	5.96	184	187
AGUA	205.00	207.47	4.22	192	
ARENA	905.76	913.10	18.57	184	
PIEDRA	942.73	946.41	19.25		
<b>PRUEBA N°3 :</b> %rf = 51.00 Agua=205 Asentamiento = 3.40 pulg.					
CEMENTO	292.86	292.86	5.96	152	160
AGUA	205.00	207.52	4.22	160	
ARENA	942.24	949.87	19.33	169	
PIEDRA	905.29	908.82	18.49		

Luego con los datos obtenidos elaboramos un grafico de Resistencia a la Compresión y Porcentaje de agregado (Ver Grafico III-1).

Se observa que la mayor resistencia a la compresión corresponde a la relación de **49% de Arena y 51% de piedra** (% en pesos húmedos). Finalmente una vez obtenido el porcentaje optimo final de los agregados en la mezcla, se procederá a diseñar las relaciones de a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.

GRAFICO III-1:



3.2.2 OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE OPTIMO FINAL DE LOS AGREGADOS PARA AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.

Para el diseño de mezcla de las cuatro relaciones de a/c: 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70. Se usaran los siguientes datos:

CARACTERISTICAS	UND	AGREGADOS	
		FINO	GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
Peso Especifico de Masa	gr./cm <sup>3</sup>	2.66	2.70
Porcentaje de Absorción	%	1.01	0.47
Superficie Especifica	cm <sup>2</sup> /gr.	38.99	1.94
Modulo de Finura		3.19	6.70
Peso Unitario Suelto	kg./m <sup>3</sup>	1664.90	1342.04
Peso Unitario Compactado	kg./m <sup>3</sup>	1875.15	1534.60
Contenido de Humedad	%	0.81	0.42

Cemento Pórtland tipo I – Sol: Peso Especifico = 3.11 gr./cm<sup>3</sup>

En el Cap. II se obtuvo una proporción de 48 % de arena y 52% de piedra como primer indicador de los porcentajes.

Se harán los diseños de 3 probetas para cada valor porcentual del agregado fino, las cuales después de curarlas con agua potable durante 7 días se procederá a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en el laboratorio. (ver cuadro III-2)

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON T.N.M. DE 3/4 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL PORCENTAJE FINAL DEL AGREGADO**

RELACION (A/C) : 0.70

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.00

PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

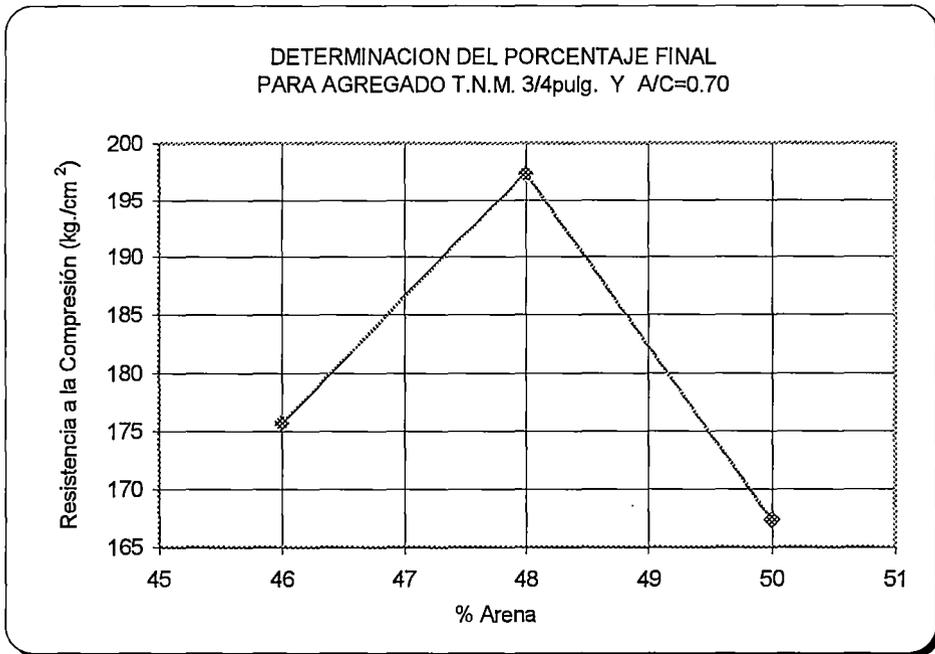
**CUADRO III-2**

DESCRIPCION	PESO SECO kg.	PESO HUMEDO kg.	DISEÑO PARA 48 kg. kg.	COMPRESION PROMEDIO A LOS 7 DIAS kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PRUEBA N°1 :</b>		%rf = 46.00	Agua=220	Asentamiento = 3.55 pulg.	
CEMENTO	314.29	314.29	6.52	174	176
AGUA	220.00	222.29	4.61	182	
ARENA	812.79	819.37	17.00	171	
PIEDRA	954.14	957.86	19.87		
<b>PRUEBA N°2 :</b>		%rf = 48.00	Agua=220	Asentamiento = 3.55 pulg.	
CEMENTO	314.29	314.29	6.52	191	197
AGUA	220.00	222.34	4.61	203	
ARENA	847.87	854.74	17.73	198	
PIEDRA	918.53	922.11	19.13		
<b>PRUEBA N°3 :</b>		%rf = 50.00	Agua=220	Asentamiento = 3.40 pulg.	
CEMENTO	314.29	314.29	6.52	160	167
AGUA	220.00	222.38	4.61	169	
ARENA	882.94	890.09	18.47	173	
PIEDRA	882.94	886.38	18.39		

Luego con los datos obtenidos elaboramos un grafico de Resistencia a la Compresión y Porcentaje de agregado (Ver Grafico III-2).

Se observa que la mayor resistencia a la compresión corresponde a la relación de **48% de Arena y 52% de piedra**, siendo este ensayo el ultimo estudio del agregado global que define el porcentaje de agregados en la mezcla. se procederá a diseñar las relaciones de a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.

GRAFICO III-2



### 3.2.3 OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE OPTIMO FINAL DE LOS AGREGADOS PARA AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.

Los datos necesarios para todos los diseños se encuentran resumidos en los siguientes valores:

CARACTERISTICAS	UND	AGREGADOS	
		FINO	GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
Peso Especifico de Masa	gr./cm <sup>3</sup>	2.66	2.69
Porcentaje de Absorción	%	1.01	0.51
Superficie Especifica	cm <sup>2</sup> /gr.	38.99	2.44
Modulo de Finura		3.19	6.45
Peso Unitario Suelto	kg./m <sup>3</sup>	1664.90	1284.13
Peso Unitario Compactado	kg./m <sup>3</sup>	1875.15	1456.69
Contenido de Humedad	%	0.81	0.43

Cemento Pórtland tipo I – Sol : Peso Especifico = 3.11 gr./cm<sup>3</sup>

Inicialmente en el Cap. II se hallan 48 % de arena y 52% de piedra como primer indicador de los porcentajes para este tamaño de agregado grueso. Nuestro siguiente paso es hallar la mayor resistencia en la mezcla para tal efecto variamos la relación porcentual de los agregados dos puntos hacia abajo y dos hacia arriba con respecto al valor porcentual obtenido en el peso unitario compactado de la mezcla de los agregados.

Las pruebas de concreto se realizaran con una relación a/c=0.70, y con un asentamiento de 3 a 4 pulg., este asentamiento se conseguirá mediante ajustes sucesivos del peso unitario de agua en la mezcla.

Finalmente se harán los diseños de 3 probetas para cada valor porcentual del agregado fino, las cuales después de curarlas 7 días, se procederán a realizar el ensayo de compresión, en el laboratorio. (ver cuadro III-3)

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON T.N.M. DE 1/2 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL PORCENTAJE FINAL DEL AGREGADO**

RELACION (A/C) : 0.70

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.50

ARENA:

PIEDRA:

CEMENTO:

CANTERA SAN MARTIN

CANTERA LA GLORIA

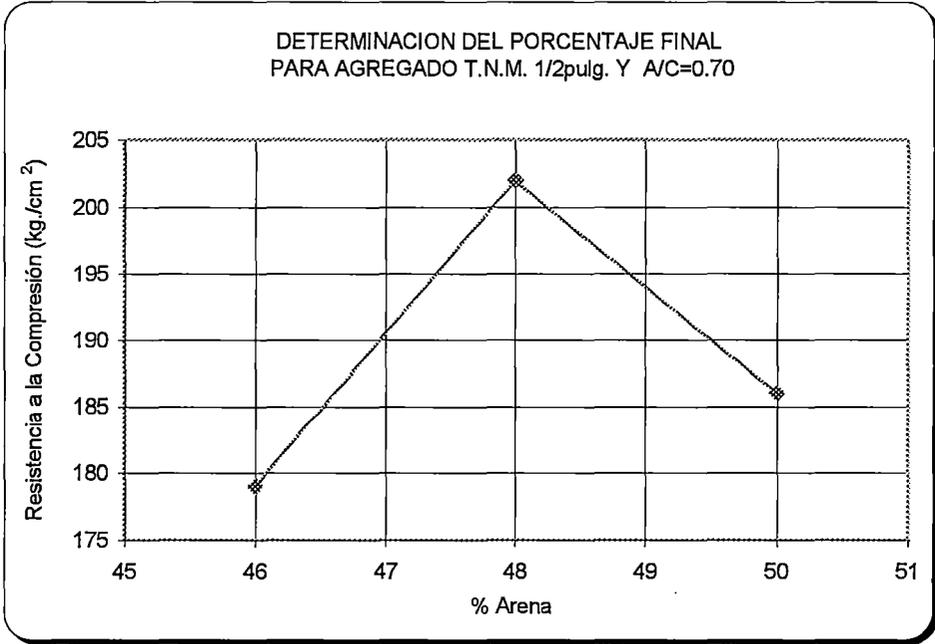
TIPO I - SOL

**CUADRO III-3**

DESCRIPCION	PESO SECO kg.	PESO HUMEDO kg.	DISEÑO PARA 48 kg. kg.	COMPRESION PROMEDIO A LOS 7 DIAS kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PRUEBA N°1 :</b>	%rf = 46.00		Agua=230	Asentamiento = 3.50 pulg.	
CEMENTO	328.57	328.57	6.91	181	179
AGUA	230.00	232.22	4.89	184	
ARENA	787.05	793.42	16.69	172	
PIEDRA	923.93	927.53	19.51		
<b>PRUEBA N°2 :</b>	%rf = 48.00		Agua=230	Asentamiento = 3.40 pulg.	
CEMENTO	328.57	328.57	6.91	194.00	202
AGUA	230.00	232.22	4.89	205.00	
ARENA	821.08	793.42	17.41	207.00	
PIEDRA	889.51	927.53	18.79		
<b>PRUEBA N°3 :</b>	%rf = 50.00		Agua=230	Asentamiento = 3.45 pulg.	
CEMENTO	328.57	328.57	6.91	177	186
AGUA	230.00	232.31	4.89	186	
ARENA	855.10	862.03	18.14	195	
PIEDRA	855.10	858.44	18.06		

Luego con los datos obtenidos elaboramos un grafico de Resistencia a la Compresión y Porcentaje del agregado. (Ver Grafico III-3)

GRAFICO III-3



Del grafico III-3, se observa que la mayor resistencia a la compresión corresponde a la relación de **48% de Arena y 52% de piedra** (% en pesos húmedos). Finalmente se tomara esta proporción de los agregados para diseñar las relaciones de a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.

**3.2.4 OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE OPTIMO FINAL DE LOS AGREGADOS PARA AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.**

Para las diferentes relaciones de este tamaño de agregado grueso se usaran los datos obtenidos:

CARACTERISTICAS	UND	AGREGADOS	
		FINO	GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.
Peso Especifico de Masa	gr./cm <sup>3</sup>	2.66	2.69
Porcentaje de Absorción	%	1.01	0.51
Superficie Especifica	cm <sup>2</sup> /gr.	38.99	3.94
Modulo de Finura		3.19	5.85
Peso Unitario Suelto	kg./m <sup>3</sup>	1664.90	1259.42
Peso Unitario Compactado	kg./m <sup>3</sup>	1875.15	1433.38
Contenido de Humedad	%	0.81	0.41

Cemento Pórtland tipo I – Sol: Peso Especifico = 3.11 gr./cm<sup>3</sup>

En el Cap. II se obtuvo el 46 % de arena y 54% de piedra como primer indicador de los porcentajes, la cual nos asegura la relación de agregados en la mezcla más económica, pero no la de mayor resistencia y durabilidad.

Para conseguir la mayor resistencia realizamos una mezcla de prueba de concreto, variando la relación porcentual de los agregados dos puntos hacia abajo y dos hacia arriba con respecto al valor porcentual obtenido en el peso unitario compactado de la mezcla de los agregados.

Las pruebas de concreto se realizaran con una relación a/c=0.70, y con un asentamiento de 3 a 4 pulg., este asentamiento se conseguirá mediante ajustes sucesivos del peso unitario de agua en la mezcla.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON T.N.M. DE 3/8 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL PORCENTAJE FINAL DEL AGREGADO**

RELACION (A/C) : 0.70

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 3.00

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

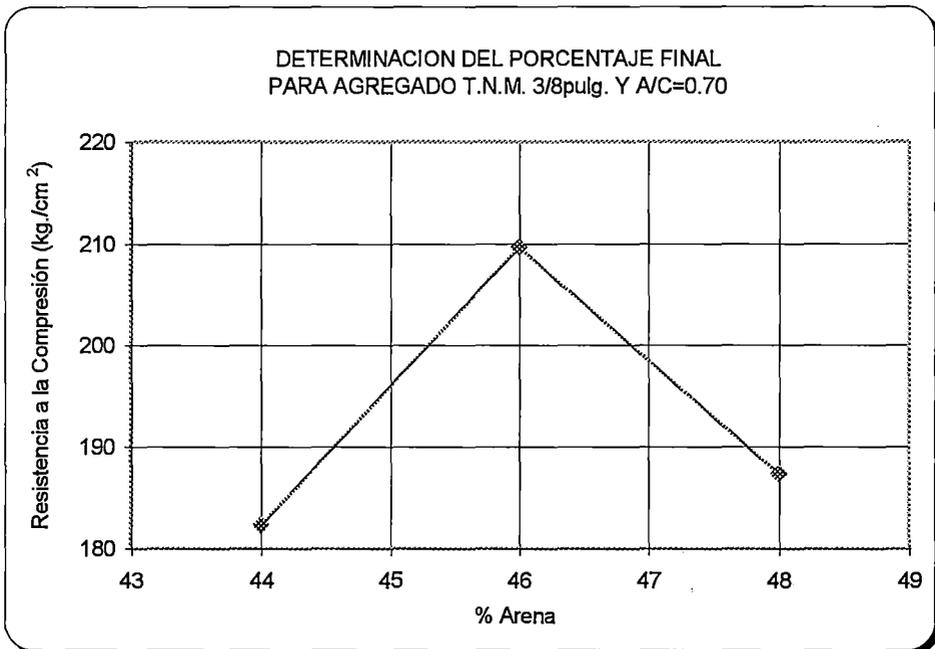
**CUADRO III-4**

DESCRIPCION	PESO SECO kg.	PESO HUMEDO kg.	DISEÑO PARA 48 kg. kg.	COMPRESION PROMEDIO A LOS 7 DIAS kg/cm <sup>2</sup>	
<b>PRUEBA N°1 :</b> %rf = 44.00                      Agua=240                      Asentamiento = 3.50 pulg.					
CEMENTO	342.86	342.86	7.30	185	182
AGUA	240.00	242.11	5.16	170	
ARENA	729.92	735.83	15.67	192	
PIEDRA	928.99	932.61	19.87		
<b>PRUEBA N°2 :</b> %rf = 46.00                      Agua=240                      Asentamiento = 3.40 pulg.					
CEMENTO	342.86	342.86	7.30	216	210
AGUA	240.00	242.15	5.16	202	
ARENA	762.93	769.11	16.38	211	
PIEDRA	895.61	899.10	19.15		
<b>PRUEBA N°3 :</b> %rf = 48.00                      Agua=240                      Asentamiento = 3.50 pulg.					
CEMENTO	342.86	342.86	7.30	196	187
AGUA	240.00	242.20	5.16	186	
ARENA	795.92	802.37	17.09	180	
PIEDRA	862.25	865.61	18.44		

Finalmente se harán los diseños de 3 probetas para cada valor porcentual del agregado fino, las cuales después de curarlas en agua potable durante 7 días, se procederán a realizar el ensayo de compresión en el laboratorio. (ver cuadro III-4)

Luego con los datos obtenidos elaboramos un grafico de Resistencia a la Compresión y Porcentaje del agregado (Ver Grafico III-4).

GRAFICO III-4:



Se observa que la mayor resistencia a la compresión corresponde a la relación de **46% de Arena y 54% de piedra** (% en pesos húmedos). Siendo este ensayo el último estudio del agregado global que define el porcentaje de agregados en la mezcla. se procederá a diseñar las relaciones de a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.

### 3.3 DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA DIFERENTES T.N.M.

#### 3.3.1 DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA T.N.M. DE 1 PULG.

Una vez obtenido el porcentaje óptimo final de los agregados (49% de arena y 51 % de piedra), procedemos a realizar el diseño para la relación a/c=0.55.

## PROCESO DE DISEÑO DE MEZCLA PARA A/C =0.55

Asentamiento : 3pulg. a 4 pulg.

Tamaño Nominal Máximo: 1 pulg.

Contenido de Aire: 1.5 % (Para T.N.M. de 1 pulg.)

Porcentaje optimo de los pesos de los agregados:

Agregado Fino: 49 % del agregado global.

Agregado Grueso: 51% del agregado global.

Agua de Mezclado: 215 lt./m<sup>3</sup>

Factor Cemento: 215/0.55 = 390.91 kg./m<sup>3</sup>

### Volumen Absoluto:

Cemento : 390.91/31100..... 0.1257 m<sup>3</sup>

Agua : 215/1000..... 0.2150 m<sup>3</sup>

Aire : 1.5%..... 0.0150 m<sup>3</sup>

---

0.3557 m<sup>3</sup>

Agregados : (1 - 0.3557) 0.6443 m<sup>3</sup>

### Peso Seco de los Agregados:

Peso seco arena = 2,660.00\*Varena = 2,660.00\*Varena

Peso seco piedra = 2,730.00\*(0.6443-Varena) = 1,758.95 - 2.730.00\*Varena

Peso seco de los agregados = 1,758.95 - 70.00\*Varena

### Relación de los Agregados:

49 / 100 = 2,660.00\*Varena / ( 1,758.95 - 70.00\*Varena )

Resolviendo: Varena = 0.3199 m<sup>3</sup>

Vpiedra = 0.3244 m<sup>3</sup>

### Peso Seco Final de los Agregados:

Peso seco arena = 2,660.00 \* 0.3199 = 850.92 kg/m<sup>3</sup>.

Peso seco piedra = 2,730.00 \* 0.3244 = 885.65 kg/m<sup>3</sup>.

### Peso Húmedo de los Agregados:

Peso seco arena = 850.92 \* (1 + 0.81%) = 857.81 kg/m<sup>3</sup>.

Peso seco piedra =  $885.65 * (1 + 0.39\%) = 889.10 \text{ kg/m}^3$ .

**Aporte de Humedad de los Agregados:**

Aporte de agua en la arena =  $850.92 * (0.81\% - 1.01\%) = - 1.70 \text{ lts./m}^3$

Aporte de agua en la piedra =  $885.65 * (0.39\% - 0.46\%) = - 0.62 \text{ lts./m}^3$

Agua Efectiva en la mezcla =  $215.00 - (-1.70 - 0.62) = 217.32 \text{ lts./m}^3$ .

**Valores de los Materiales en Obra, para 1 m<sup>3</sup> de concreto:**

- CEMENTO : 390.91 kg.
- AGUA EFECTIVA: 217.32 lts.
- ARENA : 857.81 kg.
- PIEDRA : 889.10 kg.

**Proporción en Peso:** 1: 0.56:2.19/2.27

**Valores de los Materiales en Obra, para 1 tanda de 48 kg.:**

- CEMENTO : 7.97 kg.
- AGUA EFECTIVA: 4.43 lts.
- ARENA : 17.48 kg.
- PIEDRA : 18.12 kg.

A continuación se presenta el resumen de los valores del Volumen de agua por m<sup>3</sup> de concreto para las diferentes relaciones a/c obtenidas en los ensayos de mezclas de prueba de los cuadros y gráficos C-1.1 al C-1.4 del Anexo C.

RELACION	VOLUMEN DE AGUA
a/c	lts./m <sup>3</sup>
0.55	215.00
0.60	210.00
0.65	208.00
0.70	205.00

Para las relaciones a/c=0.60,0.65 y 0.70 se procederá de la misma manera del proceso de diseño de mazcla a/c=0.55. En el cuadro III-5 se indica el cuadro resumen de los diseños de mezclas finales para T.N.M de 1 pulg. para diferentes relaciones a/c.

### 3.3.2 DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA T.N.M. 3/4 PULG.

Una vez obtenido el porcentaje optimo final de los agregados (48% de arena y 52 % de piedra ), procedemos a realizar el diseño para la relación a/c=0.55.

#### PROCESO DE DISEÑO DE MEZCLA PARA A/C =0.55

Asentamiento : 3pulg. a 4 pulg.

Tamaño Nominal Máximo: 3/4 pulg.

Contenido de Aire: 2.0 % (Para T.N.M. de 3/4 pulg.)

Porcentaje optimo de los pesos de los agregados:

Agregado Fino: 48 % del agregado global.

Agregado Grueso: 52% del agregado global.

Agua de Mezclado: 226 lt./m<sup>3</sup>

Factor Cemento : 226/0.55 = 410.91 kg./m<sup>3</sup>

#### Volumen Absoluto:

Cemento : 410.91/31100..... 0.1321 m<sup>3</sup>

Agua : 226/1000..... 0.2260 m<sup>3</sup>

Aire : 2.0%..... 0.2000 m<sup>3</sup>

---

0.3781 m<sup>3</sup>

Agregados : (1 - 0.3781) 0.6219 m<sup>3</sup>

#### Peso Seco de los Agregados:

Peso seco arena = 2,660.00\*Varena = 2,660.00\*Varena

Peso seco piedra = 2,700.00\*(0.6219-Varena) = 1,679.06 - 2.700.00\*Varena

Peso seco de los agregados = 1,679.06 - 40.00\*Varena

#### Relación de los Agregados:

48 / 100 = 2,660.00\*Varena / ( 1,679.06 - 40.00\*Varena )

Resolviendo: Varena = 0.3008 m<sup>3</sup>

Vpiedra = 0.3211 m<sup>3</sup>

**Peso Seco Final de los Agregados:**

Peso seco arena =  $2,660.00 * 0.3008 = 800.17 \text{ kg/m}^3$ .

Peso seco piedra =  $2,700.00 * 0.3211 = 866.86 \text{ kg/m}^3$ .

**Peso Húmedo de los Agregados:**

Peso seco arena =  $800.17 * (1 + 0.81\%) = 806.66 \text{ kg/m}^3$ .

Peso seco piedra =  $866.86 * (1 + 0.42\%) = 870.50 \text{ kg/m}^3$ .

**Aporte de Humedad de los Agregados:**

Aporte de agua en la arena =  $800.17 * (0.81\% - 1.01\%) = - 1.60 \text{ lts./m}^3$

Aporte de agua en la piedra =  $866.86 * (0.42\% - 0.47\%) = - 0.43 \text{ lts./m}^3$

Agua Efectiva en la mezcla =  $226.00 - (-1.60 - 0.43) = 228.03 \text{ lts./m}^3$ .

**Valores de los Materiales en Obra, para 1 m<sup>3</sup> de concreto:**

- CEMENTO : 410.91 kg.
- AGUA EFECTIVA : 228.03 lts.
- ARENA : 806.66 kg.
- PIEDRA : 870.50 kg.

**Proporción en Peso:** 1: 0.55:1.96/2.12

**Valores de los Materiales en Obra, para 1 tanda de 48 kg.:**

- CEMENTO : 8.52 kg.
- AGUA EFECTIVA : 4.73 lts.
- ARENA : 16.72 kg.
- PIEDRA : 18.04 kg.

A continuación se presenta el resumen de los valores del Volumen de agua por m<sup>3</sup> de concreto para las diferentes relaciones a/c obtenidas en los ensayos de mezclas de prueba de los cuadros y gráficos C-2.1 al C-2.4.

RELACION	VOLUMEN DE AGUA
a/c	lts./m <sup>3</sup>
0.55	226.00
0.60	223.00
0.65	222.00
0.70	218.00

En el cuadro III-6 se indica el cuadro resumen de los diseños de mezclas finales para T.N.M de 3/4 pulg. para diferentes relaciones a/c

### 3.3.3 DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA T.N.M. DE 1/2 PULG.

Una vez obtenido el porcentaje optimo final de los agregados (48% de arena y 52 % de piedra ), procedemos a realizar el diseño para la relación a/c=0.55.

#### PROCESO DE DISEÑO DE MEZCLA PARA A/C =0.55

Asentamiento : 3pulg. a 4 pulg.

Tamaño Nominal Máximo : 1/2 pulg.

Contenido de Aire : 2.5 % (Para T.N.M. de 1/2 pulg.)

Porcentaje optimo de los pesos de los agregados:

Agregado Fino : 48 % del agregado global.

Agregado Grueso: 52% del agregado global.

Agua de Mezclado: 239 lt./m<sup>3</sup>

Factor Cemento : 239/0.55 = 434.55 kg./m<sup>3</sup>

#### Volumen Absoluto:

Cemento :	434.55/31100.....	0.1397 m <sup>3</sup>
Agua :	239/1000.....	0.2390 m <sup>3</sup>
Aire :	2.5%.....	0.2500 m <sup>3</sup>
		0.4037 m <sup>3</sup>
Agregados :	(1 - 0.4037)	0.5963 m <sup>3</sup>

#### Peso Seco de los Agregados:

$$\begin{aligned} \text{Peso seco arena} &= 2,660.00 \cdot \text{Varena} = 2,660.00 \cdot \text{Varena} \\ \text{Peso seco piedra} &= 2,690.00 \cdot (0.5963 - \text{Varena}) = 1,603.98 - 2.690.00 \cdot \text{Varena} \\ \text{Peso seco de los agregados} &= 1,603.98 - 30.00 \cdot \text{Varena} \end{aligned}$$

#### Relación de los Agregados:

$$\begin{aligned} 48 / 100 &= 2,660.00 \cdot \text{Varena} / ( 1,603.98 - 30.00 \cdot \text{Varena} ) \\ \text{Resolviendo: Varena} &= 0.2879 \text{ m}^3 \\ \text{Vpiedra} &= 0.3084 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**Peso Seco Final de los Agregados:**

Peso seco arena =  $2,660.00 * 0.2879 = 765.76 \text{ kg/m}^3$ .

Peso seco piedra =  $2,690.00 * 0.3084 = 829.58 \text{ kg/m}^3$ .

**Peso Húmedo de los Agregados:**

Peso seco arena =  $765.76 * (1 + 0.81\%) = 771.97 \text{ kg/m}^3$ .

Peso seco piedra =  $829.58 * (1 + 0.43\%) = 833.15 \text{ kg/m}^3$ .

**Aporte de Humedad de los Agregados:**

Aporte de agua en la arena =  $765.76 * (0.81\% - 1.01\%) = - 1.53 \text{ lts./m}^3$

Aporte de agua en la piedra =  $829.58 * (0.43\% - 0.51\%) = - 0.66 \text{ lts./m}^3$

Agua Efectiva en la mezcla =  $239.00 - (-1.53 - 0.66) = 241.20 \text{ lts./m}^3$ .

**Valores de los Materiales en Obra, para 1 m<sup>3</sup> de concreto:**

- CEMENTO : 434.55 kg.
- AGUA EFECTIVA : 241.20 lts.
- ARENA : 771.97 kg.
- PIEDRA : 833.15 kg.

**Proporción en Peso:** 1: 0.56:1.78/1.92

**Valores de los Materiales en Obra, para 1 tanda de 48 kg.:**

- CEMENTO : 9.14 kg.
- AGUA EFECTIVA : 5.08 lts.
- ARENA : 16.25 kg.
- PIEDRA : 17.53 kg.

A continuación se presenta el cuadro resumen de los valores del Volumen de agua por m<sup>3</sup> de concreto para las diferentes relaciones a/c obtenidas en los ensayos de mezclas de prueba de los cuadros y gráficos C-3.1 al C-3.4.

RELACION	VOLUMEN DE AGUA
a/c	lts./m <sup>3</sup>
0.55	239.00
0.60	235.00
0.65	233.00
0.70	230.00

En el cuadro III-7 se indica el cuadro resumen de los diseños de mezclas finales para T.N.M de 1/2 pulg. para diferentes relaciones a/c.

**3.3.4 DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA T.N.M. DE 3/8 PULG.**

Una vez obtenido el porcentaje optimo final de los agregados (46% de arena y 54 % de piedra ), procedemos a realizar el diseño para la relación a/c=0.55.

**PROCESO DE DISEÑO DE MEZCLA PARA A/C =0.55**

Asentamiento : 3pulg. a 4 pulg.

Tamaño Nominal Máximo : 3/8 pulg.

Contenido de Aire : 3.0 % (Para T.N.M. de 3/8 pulg.)

Porcentaje optimo de los pesos de los agregados:

Agregado Fino : 46 % del agregado global.

Agregado Grueso: 54% del agregado global.

Agua de Mezclado: 250 lt./m<sup>3</sup>

Factor Cemento : 250/0.55 = 454.55 kg./m<sup>3</sup>

**Volumen Absoluto:**

Cemento :	454.55/31100.....	0.1462 m <sup>3</sup>
Agua :	250/1000.....	0.2500 m <sup>3</sup>
Aire :	3.0%.....	0.3000 m <sup>3</sup>
		0.4262 m <sup>3</sup>
Agregados :	(1 - 0.4262)	0.5738 m <sup>3</sup>

**Peso Seco de los Agregados:**

Peso seco arena = 2,660.00\*Varena = 2,660.00\*Varena

Peso seco piedra = 2,690.00\*(0.5738-Varena) = 1,543.64 - 2.690.00\*Varena

Peso seco de los agregados = 1,543.64 - 30.00\*Varena

**Relación de los Agregados:**

$$46 / 100 = 2,660.00 * Varena / ( 1,543.64 - 30.00 * Varena )$$

$$\text{Resolviendo: Varena} = 0.2656 \text{ m}^3$$

$$V\text{piedra} = 0.3083 \text{ m}^3$$

**Peso Seco Final de los Agregados:**

$$\text{Peso seco arena} = 2,660.00 * 0.2656 = 706.41 \text{ kg/m}^3.$$

$$\text{Peso seco piedra} = 2,690.00 * 0.3083 = 829.26 \text{ kg/m}^3.$$

**Peso Húmedo de los Agregados:**

$$\text{Peso seco arena} = 706.41 * (1 + 0.81\%) = 712.13 \text{ kg/m}^3.$$

$$\text{Peso seco piedra} = 829.26 * (1 + 0.41\%) = 832.66 \text{ kg/m}^3.$$

**Aporte de Humedad de los Agregados:**

$$\text{Aporte de agua en la arena} = 706.41 * (0.81\% - 1.01\%) = - 1.41 \text{ lts./m}^3$$

$$\text{Aporte de agua en la piedra} = 829.26 * (0.41\% - 0.51\%) = - 0.83 \text{ lts./m}^3$$

$$\text{Agua Efectiva en la mezcla} = 250.00 - (-1.41 - 0.83) = 252.24 \text{ lts./m}^3.$$

**Valores de los Materiales en Obra, para 1 m<sup>3</sup> de concreto:**

- CEMENTO : 454.55 kg.
- AGUA EFECTIVA : 252.24 lts.
- ARENA : 712.13 kg.
- PIEDRA : 832.66 kg.

**Proporción en Peso:** 1: 0.55:1.57/1.83

**Valores de los Materiales en Obra, para 1 tanda de 48 kg.:**

- CEMENTO : 9.69 kg.
- AGUA EFECTIVA : 5.38 lts.
- ARENA : 15.18 kg.
- PIEDRA : 17.75 kg.

A continuación se presenta el cuadro resumen de los valores del Volumen de agua por m<sup>3</sup> de concreto para las diferentes relaciones a/c obtenidas en los ensayos de mezclas de prueba de los cuadros y gráficos C-4.1 al C-4.4.

RELACION	VOLUMEN DE AGUA
a/c	lts./m <sup>3</sup>
0.55	250.00
0.60	247.00
0.65	243.00
0.70	238.00

En el cuadro III-8 se indica el cuadro resumen de los diseños de mezclas finales para T.N.M de 3/8 pulg. para diferentes relaciones a/c

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL DEL CONCRETO  
CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg.**

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 1.50

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE ARENA : 49%

PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

PORCENTAJE DE PIEDRA : 51%

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO III-5**

DESCRIPCION	PESO	PESO	OBRA	DISEÑO	ASENTAMIENTO
	SECO	OBRA	UNITARIA	PARA 48 kg.	
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	
<b>A/C =0.55</b>		%rf = 49.0	AGUA = 215.0		3.60
CEMENTO	390.91	390.91	1.00	7.55	
AGUA	215.00	217.32	0.56	4.20	
ARENA	850.92	857.81	2.19	16.57	
PIEDRA	885.65	889.10	2.27	17.17	
<b>A/C=0.60</b>		%rf = 49.0	AGUA = 210.0		3.65
CEMENTO	350.00	350.00	1.00	7.76	
AGUA	210.00	212.39	0.61	4.71	
ARENA	874.89	881.98	2.52	19.55	
PIEDRA	910.60	914.15	2.61	20.26	
<b>A/C=0.65</b>		%rf = 49.0	AGUA = 208.0		3.65
CEMENTO	320.00	320.00	1.00	7.97	
AGUA	208.00	210.43	0.66	5.24	
ARENA	890.27	897.48	2.80	22.34	
PIEDRA	926.61	930.22	2.91	23.16	
<b>A/C=0.70</b>		%rf = 49.0	AGUA = 205.0		3.60
CEMENTO	292.86	292.86	1.00	7.97	
AGUA	205.00	207.47	0.71	5.64	
ARENA	905.76	913.10	3.12	24.84	
PIEDRA	942.73	946.41	3.23	25.75	

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL DEL CONCRETO  
CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg.**

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.00

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE ARENA : 48%

PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

PORCENTAJE DE PIEDRA : 52%

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO III-6**

DESCRIPCION	PESO	PESO	OBRA	DISEÑO	ASENTAMIENTO
	SECO	OBRA	UNITARIA	PARA 48 kg.	
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	pulg.
<b>A/C =0.55</b>		%rf = 48.0	AGUA = 226.0		3.55
CEMENTO	410.91	410.91	1.05	8.46	
AGUA	226.00	228.03	0.58	4.69	
ARENA	800.17	806.66	2.06	16.60	
PIEDRA	866.86	870.50	2.23	17.92	
<b>A/C =0.60</b>		%rf = 48.0	AGUA = 223.0		3.70
CEMENTO	371.67	371.67	0.92	7.68	
AGUA	223.00	225.08	0.56	4.65	
ARENA	820.27	826.91	2.05	17.09	
PIEDRA	888.63	892.36	2.21	18.45	
<b>A/C =0.65</b>		%rf = 48.0	AGUA = 222.0		3.60
CEMENTO	341.54	341.54	0.83	7.08	
AGUA	222.00	224.12	0.55	4.64	
ARENA	834.02	840.78	2.05	17.42	
PIEDRA	903.52	907.32	2.21	18.80	
<b>A/C =0.70</b>		%rf = 48.0	AGUA = 218.0		3.55
CEMENTO	311.43	311.43	0.76	6.45	
AGUA	218.00	220.16	0.54	4.56	
ARENA	851.63	858.52	2.09	17.79	
PIEDRA	922.60	926.47	2.25	19.20	

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL DEL CONCRETO  
CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg.**

PORCENTAJE DE VACIOS (%): 2.50

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE ARENA : 48%

PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

PORCENTAJE DE PIEDRA : 52%

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO III-7**

DESCRIPCION	PESO	PESO	OBRA	DISEÑO	ASENTAMIENTO
	SECO	OBRA	UNITARIA	PARA 48 kg.	
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg,	kg.	
<b>A/C=0.55</b> %rf = 48.0                      AGUA = 239.0					3.55
CEMENTO	434.55	434.55	1.00	9.14	
AGUA	239.00	241.20	0.56	5.08	
ARENA	765.76	771.97	1.78	16.25	
PIEDRA	829.58	833.15	1.92	17.53	
<b>A/C=0.60</b> %rf = 48.0                      AGUA = 235.0					0.00
CEMENTO	391.67	391.67	1.00	8.24	
AGUA	235.00	237.26	0.61	4.99	
ARENA	788.61	795.00	2.03	16.72	
PIEDRA	854.33	858.00	2.19	18.05	
<b>A/C=0.65</b> %rf = 48.0                      AGUA = 233.0					0.00
CEMENTO	358.46	358.46	1.00	7.54	
AGUA	233.00	235.31	0.66	4.95	
ARENA	804.89	811.41	2.26	17.08	
PIEDRA	871.96	875.71	2.44	18.43	
<b>A/C=0.70</b> %rf = 48.0                      AGUA = 230.0					3.05
CEMENTO	328.57	328.57	1.00	6.91	
AGUA	230.00	232.35	0.71	4.89	
ARENA	821.08	827.73	2.52	17.41	
PIEDRA	889.51	893.33	2.72	18.79	

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL DEL CONCRETO  
CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg.**

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 3.00

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE ARENA : 46%

PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

PORCENTAJE DE PIEDRA : 54%

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO III-8**

DESCRIPCION	PESO	PESO	OBRA	DISEÑO	ASENTAMIENTO
	SECO	OBRA	UNITARIA	PARA 48 kg.	
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg,	kg.	pulg.
<b>A/C=0.55</b>		%rf = 46.0	AGUA = 250.0		3.45
CEMENTO	454.55	454.55	1.00	9.69	
AGUA	250.00	252.24	0.55	5.38	
ARENA	706.41	712.13	1.57	15.18	
PIEDRA	829.26	832.66	1.83	17.75	
<b>A/C=0.60</b>		%rf = 46.0	AGUA = 247.0		3.50
CEMENTO	411.67	411.67	1.00	8.78	
AGUA	247.00	249.31	0.61	5.32	
ARENA	727.08	732.96	1.78	15.63	
PIEDRA	853.52	857.02	2.08	18.28	
<b>A/C=0.65</b>		%rf = 46.0	AGUA = 243.0		3.55
CEMENTO	373.85	373.85	1.00	7.97	
AGUA	243.00	245.37	0.66	5.23	
ARENA	746.97	753.02	2.01	16.05	
PIEDRA	876.88	880.47	2.36	18.76	
<b>A/C=0.70</b>		%rf = 46.0	AGUA = 238.0		3.50
CEMENTO	340.00	340.00	1.00	7.23	
AGUA	238.00	240.43	0.71	5.11	
ARENA	766.52	772.73	2.27	16.44	
PIEDRA	899.83	903.52	2.66	19.22	

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL EN PESO DE 1 m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

**PARA A/C =0.55 - 0.70**

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

CUADRO III-9

RELACION	DESCRIPCION	T.N.M.			
		1 pulg.	3/4 pulg.	1/2 pulg.	3/8 pulg.
0.55	CEMENTO (kg.)	390.91	410.91	434.55	454.55
	AGUA (lts.)	217.32	228.03	241.20	252.24
	ARENA (kg.)	857.81	806.66	771.97	712.13
	PIEDRA (kg.)	889.10	870.50	833.15	832.66
	SUMA	2,355.14	2,316.09	2,280.85	2,251.58
0.60	CEMENTO (kg.)	350.00	371.67	391.67	411.67
	AGUA (lts.)	212.39	225.08	237.26	249.31
	ARENA (kg.)	881.98	826.91	795.00	732.96
	PIEDRA (kg.)	914.15	892.36	858.00	857.02
	SUMA	2,358.52	2,316.02	2,281.92	2,250.96
0.65	CEMENTO (kg.)	320.00	341.54	358.46	373.85
	AGUA (lts.)	210.43	224.12	235.31	245.37
	ARENA (kg.)	897.48	840.78	811.41	753.02
	PIEDRA (kg.)	930.22	907.32	875.71	880.47
	SUMA	2,358.14	2,313.75	2,280.89	2,252.71
0.70	CEMENTO (kg.)	292.86	311.43	328.57	340.00
	AGUA (lts.)	207.47	220.16	232.35	240.43
	ARENA (kg.)	913.10	858.52	827.73	772.73
	PIEDRA (kg.)	946.41	926.47	893.33	903.52
	SUMA	2,359.83	2,316.59	2,281.99	2,256.68

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL EN PESO DE 1 m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

**PARA T.N.M. = 1 pulg - 3/8 pulg.**

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO III-10**

RELACION	DESCRIPCION	RELACIO a/c			
		0.55	0.60	0.65	0.70
1 pulg.	CEMENTO (kg.)	390.91	350.00	320.00	292.86
	AGUA (lts.)	217.32	212.39	210.43	207.47
	ARENA (kg.)	857.81	881.98	897.48	913.10
	PIEDRA (kg.)	889.10	914.15	930.22	946.41
	SUMA	2,355.14	2,358.52	2,358.14	2,359.83
3/4 pulg.	CEMENTO (kg.)	410.91	371.67	341.54	311.43
	AGUA (lts.)	228.03	225.08	224.12	220.16
	ARENA (kg.)	806.66	826.91	840.78	858.52
	PIEDRA (kg.)	870.50	892.36	907.32	926.47
	SUMA	2,316.09	2,316.02	2,313.75	2,316.59
1/2 pulg.	CEMENTO (kg.)	434.55	391.67	358.46	328.57
	AGUA (lts.)	241.20	237.26	235.31	232.35
	ARENA (kg.)	771.97	795.00	811.41	827.73
	PIEDRA (kg.)	833.15	858.00	875.71	893.33
	SUMA	2,280.85	2,281.92	2,280.89	2,281.99
3/8 pulg.	CEMENTO (kg.)	454.55	411.67	373.85	340.00
	AGUA (lts.)	252.24	249.31	245.37	240.43
	ARENA (kg.)	712.13	732.96	753.02	772.73
	PIEDRA (kg.)	832.66	857.02	880.47	903.52
	SUMA	2,251.58	2,250.96	2,252.71	2,256.68

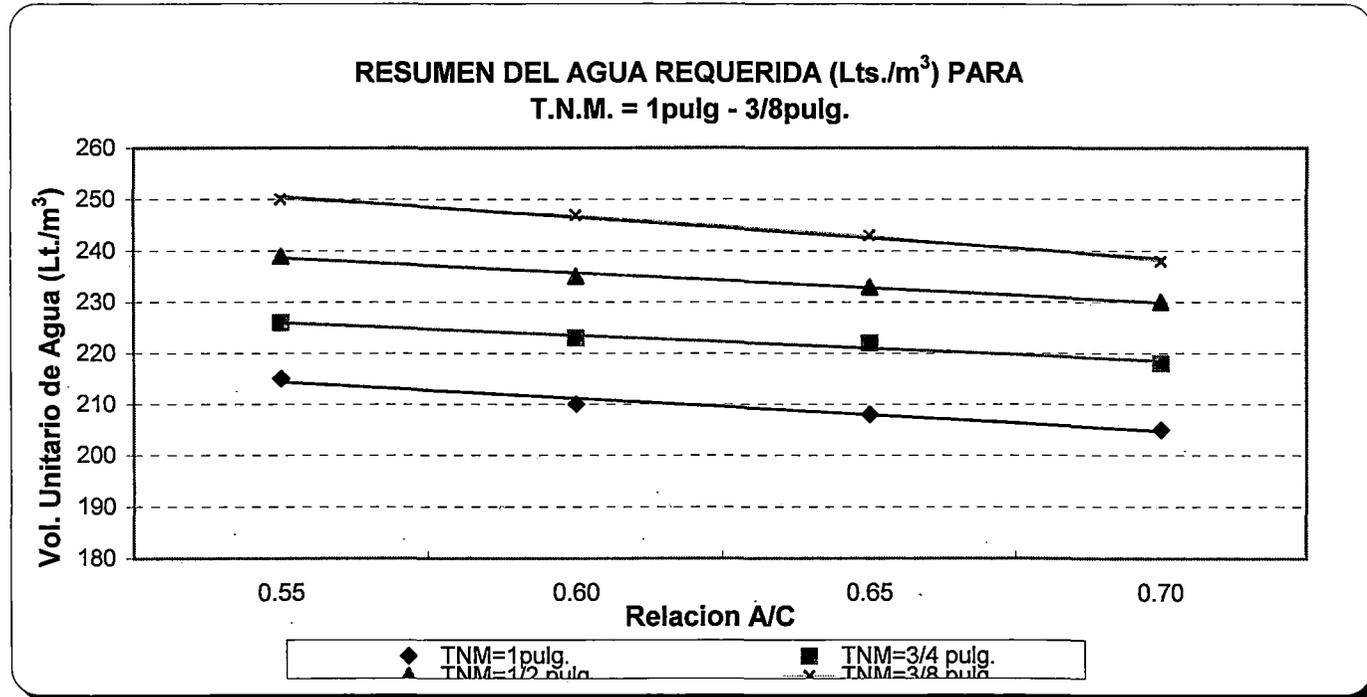
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**RESUMEN DEL AGUA REQUERIDA PARA T.N.M. = 1 pulg - 3/8 pulg.**

**CUADRO III-11**

RELACION	VOL. UNITARIO AGUA (m <sup>3</sup> /lt.)			
	TNM=1pulg.	TNM=3/4pulg.	TNM=1/2pulg.	TNM=3/8pulg.
0.55	215	226	239	250
0.60	210	223	235	247
0.65	208	222	233	243
0.70	205	218	230	238

GRAFICO III-5



# **CAPITULO IV**

**PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO  
FRESCO.**

## **CAPITULO IV**

# **PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO.**

### **4.1 GENERALIDADES.**

Si bien es cierto que la calidad del concreto se refleja en las propiedades en estado endurecido, como son la resistencia a la compresión y a la tracción; es necesario e importante conocer las propiedades del concreto en estado fresco por su facilidad de ser colocado, compactado y acabado, ya que se usara como factores de juicio.

Las propiedades del concreto en estado fresco nos permitirán mantener un control de la mezcla para obtener el concreto deseado.

En la presente tesis, vamos a realizar los siguientes ensayos: Consistencia, Fluidez, Peso Unitario y Exudación.

### **4.2 ENSAYO DE CONSISTENCIA.**

#### **NORMA ITINTEC 339.035**

Este ensayo se realiza para determinar el Slump o asentamiento de la mezcla. Por lo general es el primer ensayo que se debe realizar al concreto para determinar si se puede aceptar o rechazar.

El ensayo de consistencia es aplicable a concretos no plásticos y no cohesivos.

Se presentan en tres tipos, de acuerdo a la forma de asentamiento:

*Tipo 1, Asentamiento normal:* Cuando las mezclas son ricas y con una correcta cantidad de agua, el concreto no sufre grandes deformaciones.

*Tipo 2, Asentamiento por corte:* Cuando las mezclas presentan un aumento de la cantidad de agua, la pasta pierde su poder de aglutinar y aumenta la lubricación de los agregados, por lo general el corte no es grande pero es apreciable.

*Tipo 3, Asentamiento por derrumbamiento:* Cuando las mezclas son fluidas y pobres en finos, difícilmente el concreto permanece unido y en lugar de un asentamiento se producen roturas por derrumbamiento y algunas veces por corte.

**Procedimiento:**

En nuestro ensayo se utilizara un molde troncocónico (cuyas bases inferior y superior miden 20 cm. y 10 cm. de diámetro respectivamente, y la altura de 30 cm.) de  $\frac{1}{2}$  pie<sup>3</sup> de capacidad.

Consiste en colocar el molde sobre una superficie y humedecida, manteniéndolo inmóvil, luego se procede a llenar hasta un tercio de su capacidad y apisonarlo con una varilla (16 mm. de diámetro y 60 cm. de largo) aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente. de la misma manera se llena las dos capas restantes de un tercio de volumen cada uno, de tal forma que la ultima sea llenado con un ligero exceso, para luego enrasar al termino de la consolidación; lleno y enrasado el molde, se procede a levantar en forma vertical.

Finalmente se mide la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado, con una aproximación de 5 mm.

### 4.3 ENSAYO DE FLUIDEZ.

NORMA ITINTEC 339.085

Representa el estado de fluidez de una mezcla resultado por la sedimentación de los sólidos.

Determina el aumento de diámetro que experimenta la base inferior de un cono de mezcla, sometido a sacudidas sucesivas.

#### **Procedimiento:**

Limpiar y mojar la mesa de sacudidas. Se centra el molde (base inferior 250 mm y base superior 170 mm., con una altura de 130 mm, provisto de asas), sobre la mesa de sacudidas, luego se agrega un volumen suficiente para llenar la mitad del molde.

Luego se procede a apisonar con una barra aplicando 25 golpes uniformes en toda la sección de mezcla. Posteriormente se vuelve a llenar el molde con exceso y apisonar con 25 golpes.

Finalmente se retira la mezcla sobrante y se limpia la mesa, luego levantamos el molde en dirección vertical. Inmediatamente se eleva la mesa y se deja caer 15 veces, desde una altura de 12.5 mm., Girando el manivela con una velocidad uniforme.

Luego calculamos el índice de fluidez, con la siguiente expresión:

$$F = \frac{(D - 25)}{25} \times 100$$

Donde: F= Porcentaje de fluidez.

D= Diámetro promedio (de seis mediciones distribuidas Simétricamente).

#### 4.4 ENSAYO DE PESO UNITARIO.

NORMA ITINTEC 339.046

Este ensayo se realiza para hallar el peso unitario, que viene a ser el peso varillado por unidad de volumen ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), de una muestra representativa del concreto.

Las variaciones de peso unitario de una mezcla son debidas generalmente al tipo de agregado empleado, siendo estos los siguientes:

*Concretos Pesados*, son muestras preparadas con agregados pesados, siendo el peso unitario del concreto mayor a  $2,500 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Usando materiales ferrosos se pueden obtener valores mayores de  $5,200 \text{ kg}/\text{m}^3$ , como peso unitario.

*Concretos Normales*, son muestras preparadas con agregados corrientes, siendo su peso unitario entre  $2,300$  a  $2,500 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

*Concretos Livianos*, son muestras preparadas con agregados livianos, siendo su peso unitario entre  $400$  a  $1,700 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

##### **Procedimiento:**

Se llena el recipiente (cilíndrico diámetro inferior de  $25 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ c}$ , y una altura interior de  $28 \text{ cm} \pm 0.5 \text{ cm}$ .) en tres capas, apisonado con 25 golpes cada una; inmediatamente de consolidar cada capa se golpeará ligeramente el molde para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.

Finalmente, se pesa el molde lleno con concreto.

Luego se halla el peso del concreto con la diferencia entre el molde lleno y el peso del molde, para obtener el peso unitario del concreto se divide el peso del concreto entre el volumen del molde.

## 4.5 ENSAYO DE EXUDACION.

NORMA ITINTEC 339.077

Es la cantidad de agua o mezcla de agua cemento que puede ser exudada hacia la superficie, resultado de la sedimentación de los sólidos, proceso que continúa hasta que se inicie el fraguado.

Según el grado de vibración al cual se somete la muestra, pueden ser:

*Método 1*, Para muestras consolidadas solamente por medio de una barra compactadora y ensayadas sin que la misma haya sido alterada.(método fado en la presente tesis)

*Método 2*, Para muestras consolidadas por vibración.

### **Procedimiento:**

Se llena el recipiente cilíndrico (diámetro inferior de 25 cm +- 0,5 cm., y una altura interior de 28 cm +-0.5 cm.) de acuerdo al Ensayo Gravimétrico, luego se procede a nivelar y alisar la superficie del recipiente, anotando la hora y peso.

Colocamos el molde sobre una plataforma nivelada o un piso libre de vibraciones y se tapa. Se extrae el agua que se haya acumulado en la superficie con una pileta o instrumento similar) a intervalos de 10 min. Durante los primeros 40 min. y a intervalos de 30 min. de allí en adelante hasta que cese la exudación, antes de empezar a extraer el agua se inclina el molde colocando un taco de aproximadamente 5 cm. de espesor debajo de uno de los lados del recipiente.

Finalmente se transfiere el agua a un tubo graduado, anotando la cantidad acumulada de agua después de cada transferencia.

# **CAPITULO V**

**PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO  
ENDURECIDO.**

## **CAPITULO V**

# **PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO.**

### **5.1 GENERALIDADES.**

Las Propiedades del concreto al estado endurecido son de gran importancia, ya que reflejan la forma como se comportara en el futuro, en este estado el concreto va a soportar las cargas para la cual ha sido diseñada.

En la presente tesis realizaremos los ensayos de resistencia a la compresión, a la tracción por compresión diametral y del modulo de elasticidad.

### **5.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.**

NORMA ITINTEC 339.034

Este ensayo se realiza para determinar la resistencia del concreto cuando esta sometido a fuerzas de compresión axial

#### **Procedimiento**

Se preparan probetas cilíndricas de dimensiones normalizadas, de aproximadamente 15.2 cm. de diámetro de 30.5 cm. de altura.

Se llenan las probetas en 3 capas compactadas, cada una con una varilla metálica de 60cm. de largo y 5/8" de diámetro, aplicando 25 golpes.

Luego de desmoldar el molde de concreto, se procede a curar durante las edades necesarias. Posteriormente se extrae el molde del tanque de curado para aplicarles el capin

(mezcla de azufre y arcilla diluidas a altas temperaturas) sobre las superficies planas del molde para que la fuerza de compresión se transmita uniformemente.

Finalmente pasamos a la maquina de compresora, donde se aplicaran las cargas sobre el molde de concreto, apuntando la carga máxima de rotura.

La resistencia a la compresión esta dada por la siguiente expresión:

$$R = \frac{4xP}{\pi xD^2}$$

Donde: R= Resistencia a la compresión en Kg/cm<sup>2</sup>.

P= Fuerza máxima en kg.

D= Diámetro de la probeta en cm.

### **5.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.**

NORMA ITINTEC 339.084

La resistencia del concreto a la tracción es de gran importancia en todo tipo de obra.

Consiste en romper un molde de concreto de la misma características obtenida en el ensayo de compresión. En este caso el molde se colocara en posición horizontal perpendicular a su eje.

#### **Procedimiento.**

Luego de curar el molde durante las edades requeridas se procede a realizar el ensayo. En este caso no se realiza ningún capin al molde, pero si se colocaran listones de contacto de tal manera que los dos puntos de tangencia del molde cilíndrico este centrada sobre las lamina de apoyo, para que la carga se transmita unifórmenle.

El valor de la resistencia a la tracción medida en forma indirecta se calculara con la siguiente expresión:

$$R = \frac{4 \times P}{\pi \times D \times L}$$

Donde: R= Resistencia a la tracción en Kg/cm<sup>2</sup>.

P= Fuerza máxima en kg.

D= Diámetro de la probeta en cm.

L= Longitud de la probeta en cm.

#### **5.4 ENSAYO DEL MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO.**

NORMA ASTM C 469

Es la relación entre los esfuerzos y deformaciones unitarias en compresión. Presenta dimensiones de una tensión, debido a que la deformación unitaria es adimensional. El concreto no es un material perfectamente elástico, esto se refleja en su grafica esfuerzo-deformación que es una curva.

##### **Procedimiento**

Se realizan en moldes de concreto preparados de la misma manera que para el ensayo de compresión.

Se colocan las probetas en posición vertical e instalamos el equipo, luego se inicia el proceso de carga cada 2,000 kg., se hace las anotaciones de las lecturas en la regla derecha e izquierda hasta que el molde de concreto falle.

El valor del modulo elástico se calculara por el método del modulo cuerda por ser él más representativo. La cuerda que determinarán el módulo elástico se definirán por los siguientes puntos:

- El punto de la curva Esfuerzo-Deformación que corresponde al 40% de la resistencia a la compresión y su deformación correspondiente.
- El punto de la curva Esfuerzo-Deformación que corresponde a una deformación unitaria de  $0.5 \times 10^{-4}$  y su esfuerzo correspondiente.

Entonces el modulo elástico será:

$$E = \frac{E_2 - E_1}{d_2 - 0.5 \times 10^{-4}}$$

Donde: E = Modulo de elasticidad estático ( $\text{kg/cm}^2$ )

E2= Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga ultima o máxima (40% de  $f'c$ ).

E1= Esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de  $0.5 \times 10^{-4}$ .

$d_2$ = Deformación unitaria correspondiente al esfuerzo E2.

# **CAPITULO VI**

**RESUMEN DE CUADROS Y GRAFICOS DE LOS  
RESULTADOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO  
Y ENDURECIDO.**

**CAP VI: RESUMEN DE LOS CUADROS Y GRAFICOS DE LOS RESULTADOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.**

**VI-1: RESULTADOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA T.N.M.=1pulg.-3/8pulg.**

CUADROS	DESCRIPCION
CUADRO VI-1.1	ENSAYO DE CONSISTENCIA PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
CUADRO VI-1.2	ENSAYO DE FLUIDEZ PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
CUADRO VI-1.3	ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
CUADRO VI-1.4	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
CUADRO VI-1.5	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M =1 pulg. - 3/8 pulg.
CUADRO VI-1.6	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL. PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
CUADRO VI-1.7	ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
CUADRO VI-1.8	ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO PARA T.N.M = 1pulg. - 3/8pulg.
CUADRO VI-1.9	ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO PARA T.N.M = 1pulg. - 3/8pulg.
CUADRO VI-1.10	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA T.N.M.= 1 pulg.- 3/8 pulg.

GRAFICOS	DESCRIPCION
GRAFICO VI-1.1	ENSAYO DE CONSISTENCIA PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
GRAFICO VI-1.2	ENSAYO DE FLUIDEZ PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
GRAFICO VI-1.3	ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
GRAFICO VI-1.4	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
GRAFICO VI-1.5	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M =1 pulg. - 3/8 pulg.
GRAFICO VI-1.6	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL. PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
GRAFICO VI-1.7	ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. = 1pulg. - 3/8pulg.
GRAFICO VI-1.8	RESUMEN DEL AGUA REQUERIDA (lt./m <sup>3</sup> ) PARA T.N.M. = 1 pulg - 3/8 pulg.
GRAFICO VI-1.9	GRAFICA FACTOR CEMENTO VS. RELACION DE A/C PARA T.N.M.= 1 pulg - 3/8 pulg.
GRAFICO VI-1.10	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA T.N.M.= 1 pulg.
GRAFICO VI-1.11	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA T.N.M.= 3/4 pulg.
GRAFICO VI-1.12	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA T.N.M.= 1/2 pulg.
GRAFICO VI-1.13	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA T.N.M.= 3/8 pulg.

**VI-2: ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA A/C = 0.55 - 0.70**

CUADROS	DESCRIPCION
CUADRO VI-2.1	ENSAYO DE CONSISTENCIA PARA A/C=0.55-0.70
CUADRO VI-2.2	ENSAYO DE FLUIDEZ PARA a/c=0.55-0.70
CUADRO VI-2.3	ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA a/c=0.55-0.70
CUADRO VI-2.4	ENSAYO DE EXUDACION PARA a/c=0.55-0.70
CUADRO VI-2.5	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA a/c=0.55-0.70
CUADRO VI-2.6	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL. PARA a/c=0.55-0.70
CUADRO VI-2.7	ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO PARA a/c=0.55-0.70
CUADRO VI-2.8	ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO PARA a/c=0.55-0.70
CUADRO VI-2.9	ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO PARA a/c=0.55-0.70
CUADRO VI-2.10	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA a/c=0.55-0.70

GRAFICOS	DESCRIPCION
GRAFICO VI-2.1	ENSAYO DE CONSISTENCIA PARA A/C=0.55-0.70
GRAFICO VI-2.2	ENSAYO DE FLUIDEZ PARA a/c=0.55-0.70
GRAFICO VI-2.3	ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA a/c=0.55-0.70
GRAFICO VI-2.4	ENSAYO DE EXUDACION PARA a/c=0.55-0.70
GRAFICO VI-2.5	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA a/c=0.55-0.70
GRAFICO VI-2.6	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL. PARA a/c=0.55-0.70
GRAFICO VI-2.7	ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO PARA a/c=0.55-0.70
GRAFICO VI-2.8	RESUMEN DEL AGUA REQUERIDA (lt./m <sup>3</sup> ) PARA A/C=0.55-0.70 3/8 pulg.
GRAFICO VI-2.9	GRAFICA FACTOR CEMENTO VS. T.N.M.PARA A/C=0.55-0.70
GRAFICO VI-2.10	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA a/c=0.55
GRAFICO VI-2.11	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA a/c=0.60
GRAFICO VI-2.12	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA a/c=0.65
GRAFICO VI-2.13	VARIACION PORCENTUAL DE LA RESIST. A LA COMPRESION PARA a/c=0.70

**VI-1: RESULTADOS DEL CONCRETO EN  
ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.**

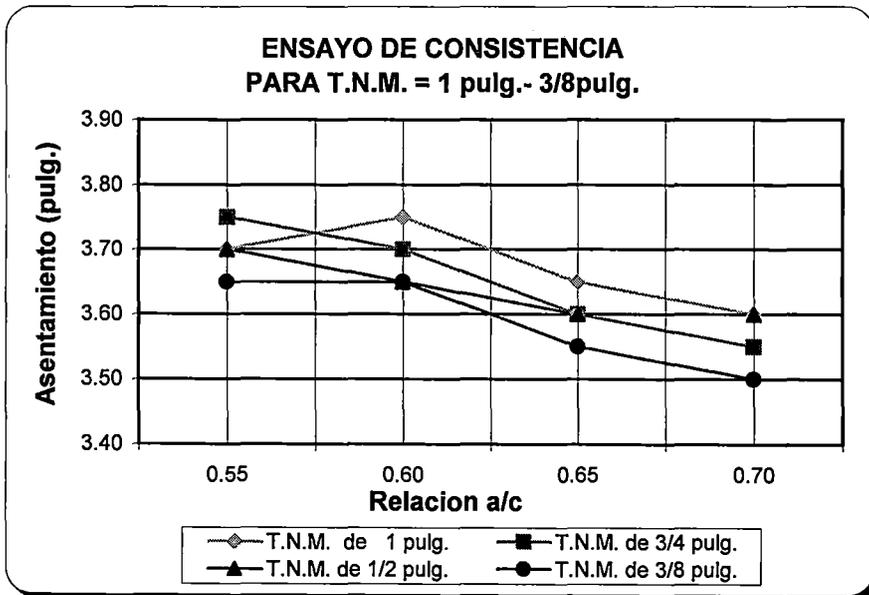
**VARIANDO EL T.N.M. = 1pulg. A 3/8 pulg.**

**ENSAYO DE CONSISTENCIA PARA T.N.M.=1 pulg.-3/8pulg.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-1.1**

T.N.M.	RELACION	ASENTAMIENTO	ASENTAMIENTO
	a/c	pulg.	% REFERENCIAL
1 pulg.	0.55	3.70	100 (PATRON)
	0.60	3.75	101.35
	0.65	3.65	98.65
	0.70	3.60	97.30
3/4 pulg.	0.55	3.75	100 (PATRON)
	0.60	3.70	98.67
	0.65	3.60	96.00
	0.70	3.55	94.67
1/2 pulg.	0.55	3.70	100 (PATRON)
	0.60	3.65	98.65
	0.65	3.60	97.30
	0.70	3.60	97.30
3/8 pulg.	0.55	3.65	100 (PATRON)
	0.60	3.65	100.00
	0.65	3.55	97.26
	0.70	3.50	95.89

**GRAFICO VI-1.1**

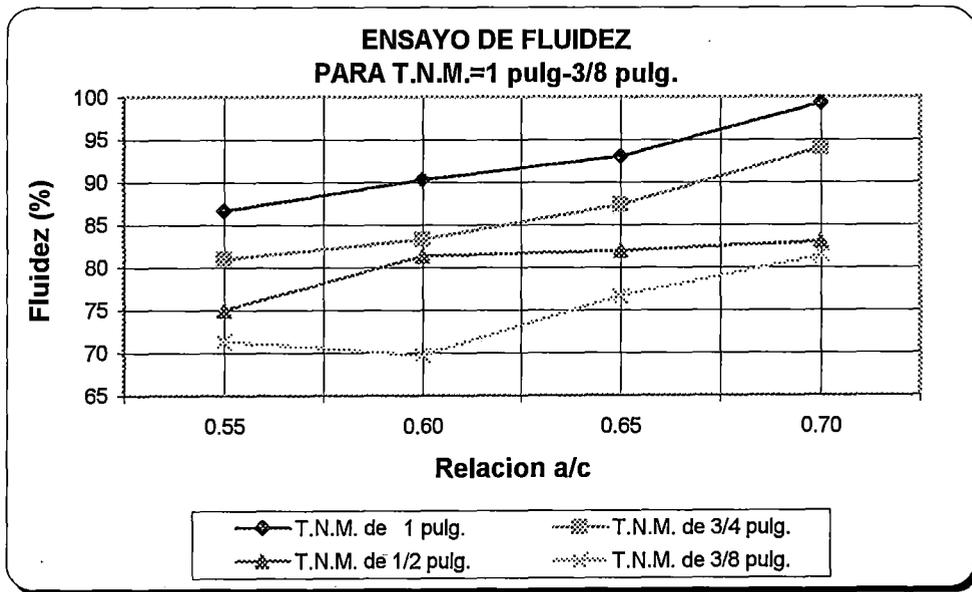


**ENSAYO DE FLUIDEZ PARA T.N.M.=1 pulg-3/8pulg.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-1.2**

T.N.M.	RELACION	FLUIDEZ	FLUIDEZ
	a/c	%	% REFERENCIAL
1 pulg.	0.55	86.67	100 (PATRON)
	0.60	90.33	104.23
	0.65	93.00	107.31
	0.70	99.33	114.62
3/4 pulg.	0.55	81.00	100 (PATRON)
	0.60	83.33	102.88
	0.65	87.33	107.82
	0.70	94.00	116.05
1/2 pulg.	0.55	75.00	100 (PATRON)
	0.60	81.33	108.44
	0.65	82.00	109.33
	0.70	83.00	110.67
3/8 pulg.	0.55	71.33	100 (PATRON)
	0.60	69.67	97.66
	0.65	76.67	107.48
	0.70	81.33	114.02

**GRAFICO VI-1.2**



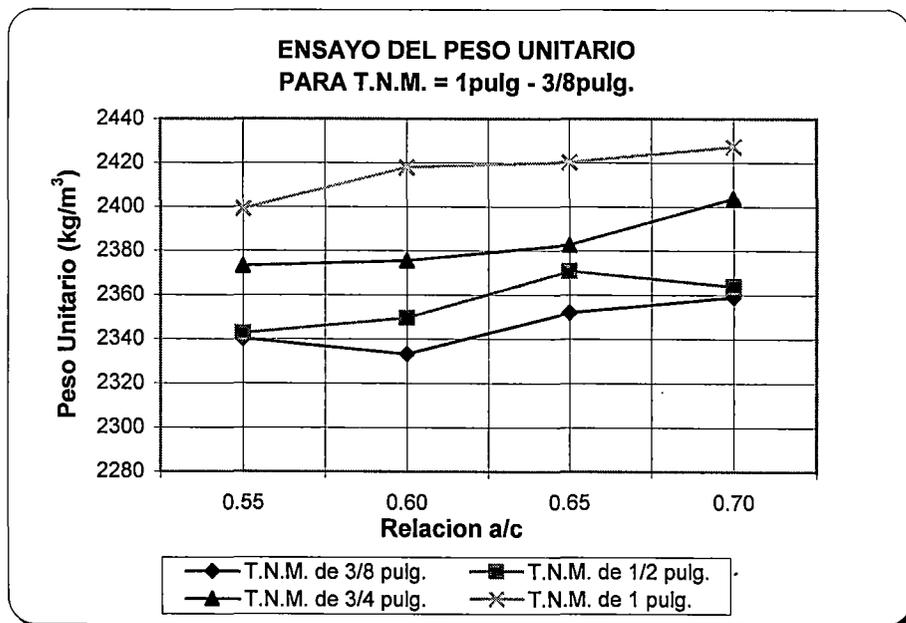
ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA T.N.M.=1 pulg-3/8pulg.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-1.3**

T.N.M.	RELACION	PESO UNITARIO	PESO UNITARIO
	a/c	kg./m <sup>3</sup>	% REFERENCIAL
1 pulg.	0.55	2399	100 (PATRON)
	0.60	2418	100.79
	0.65	2420	100.88
	0.70	2427	101.18
3/4 pulg.	0.55	2373	100 (PATRON)
	0.60	2376	100.10
	0.65	2383	100.40
	0.70	2404	101.29
1/2 pulg.	0.55	2343	100 (PATRON)
	0.60	2350	100.30
	0.65	2371	101.21
	0.70	2364	100.90
3/8 pulg.	0.55	2340	100 (PATRON)
	0.60	2333	99.70
	0.65	2352	100.50
	0.70	2359	100.80

**GRAFICO VI-1.3**

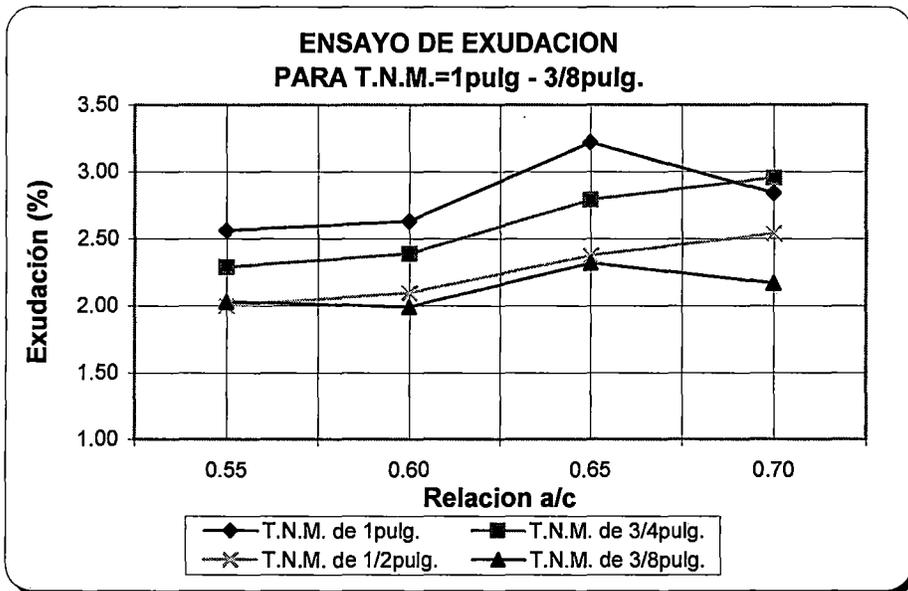


**ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M.=1 pulg-3/8pulg.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-1.4**

T.N.M.	RELACION	EXUDACION	EXUDACION
	a/c	%	% REFERENCIAL
1 pulg.	0.55	2.56	100 (PATRON)
	0.60	2.63	102.68
	0.65	3.22	125.72
	0.70	2.84	110.86
3/4 pulg.	0.55	2.29	100 (PATRON)
	0.60	2.39	104.39
	0.65	2.79	122.05
	0.70	2.95	129.14
1/2 pulg.	0.55	2.00	100 (PATRON)
	0.60	2.10	104.90
	0.65	2.38	118.96
	0.70	2.54	127.05
3/8 pulg.	0.55	2.03	100 (PATRON)
	0.60	1.99	98.05
	0.65	2.32	114.32
	0.70	2.17	106.88

**GRAFICO VI-1.4**



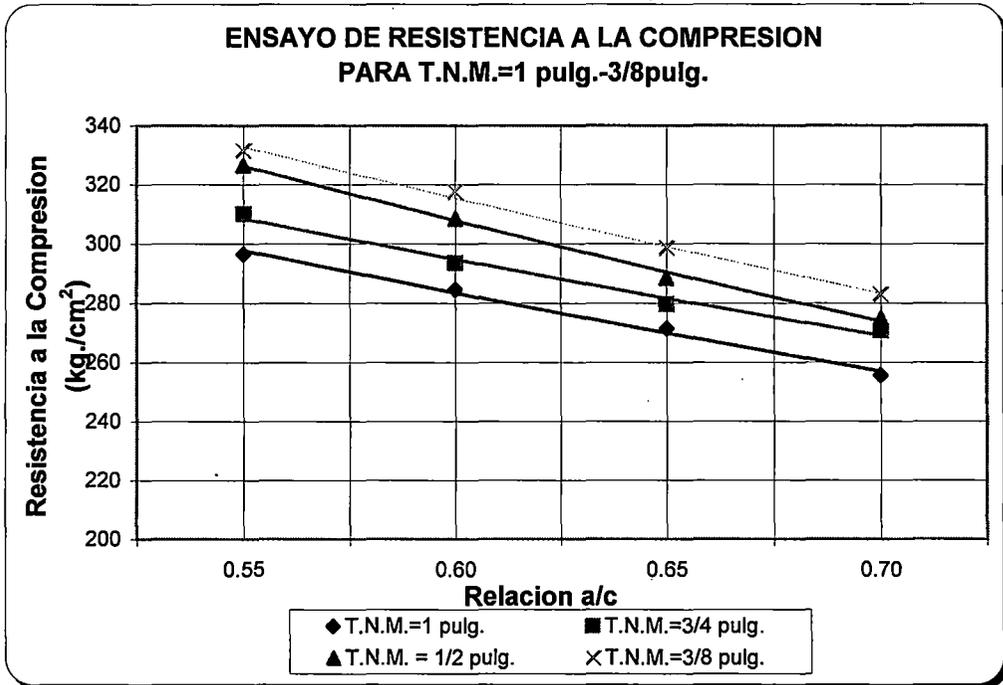
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
PARA T.N.M = 1 pulg - 3/8pulg.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-1.5**

T.N.M.	RELACION	EDAD DEL CONCRETO	RESIST. A LA COMPRESION	RESIST. A LA COMPRESION
	a/c	dias	Kg./cm <sup>2</sup>	% Referencial
1 pulg.	0.55	28	296.34	100 (PATRON)
	0.60	28	284.58	96.03
	0.65	28	271.44	91.60
	0.70	28	255.72	86.29
3/4 pulg.	0.55	28	310.06	100 (PATRON)
	0.60	28	293.48	94.65
	0.65	28	279.63	90.18
	0.70	28	270.74	87.32
1/2 pulg.	0.55	28	326.52	100 (PATRON)
	0.60	28	308.57	94.50
	0.65	28	288.42	88.33
	0.70	28	274.93	84.20
3/8 pulg.	0.55	28	331.59	100 (PATRON)
	0.60	28	317.51	95.75
	0.65	28	298.51	90.02
	0.70	28	282.99	85.34

**GRAFICO VI-1.5**



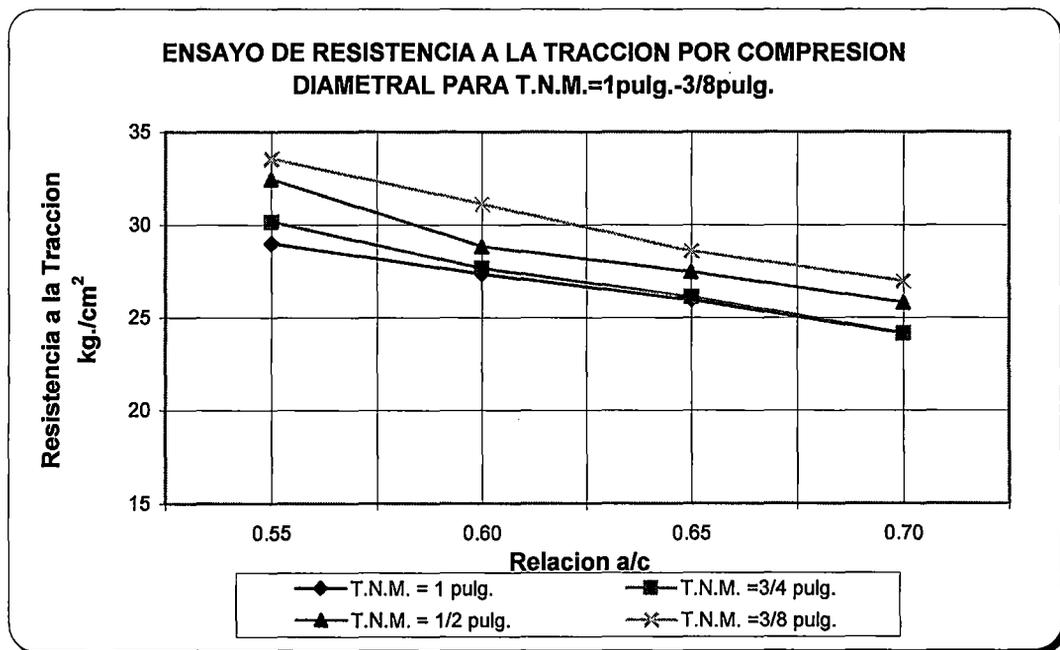
tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR  
COMPRESION DIAMETRAL PARA T.N.M.=1 pulg.-3/8pulg.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-1.6**

T.N.M.	RELACION	EDAD DEL CONCRETO	RESIST. A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	RESIST. A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL
	a/c	dias	Kg./cm <sup>2</sup>	% REFERENCIAL
1 pulg.	0.55	28	29.00	100 (PATRON)
	0.60	28	27.35	94.31
	0.65	28	25.95	89.49
	0.70	28	24.14	83.26
3/4 pulg.	0.55	28	30.16	100 (PATRON)
	0.60	28	27.65	91.68
	0.65	28	26.11	86.57
	0.70	28	24.13	80.02
1/2 pulg.	0.55	28	32.45	100 (PATRON)
	0.60	28	28.83	88.84
	0.65	28	27.46	84.62
	0.70	28	25.80	79.50
3/8 pulg.	0.55	28	33.56	100 (PATRON)
	0.60	28	31.13	92.76
	0.65	28	28.59	85.19
	0.70	28	26.97	80.38

**GRAFICO VI-1.6**



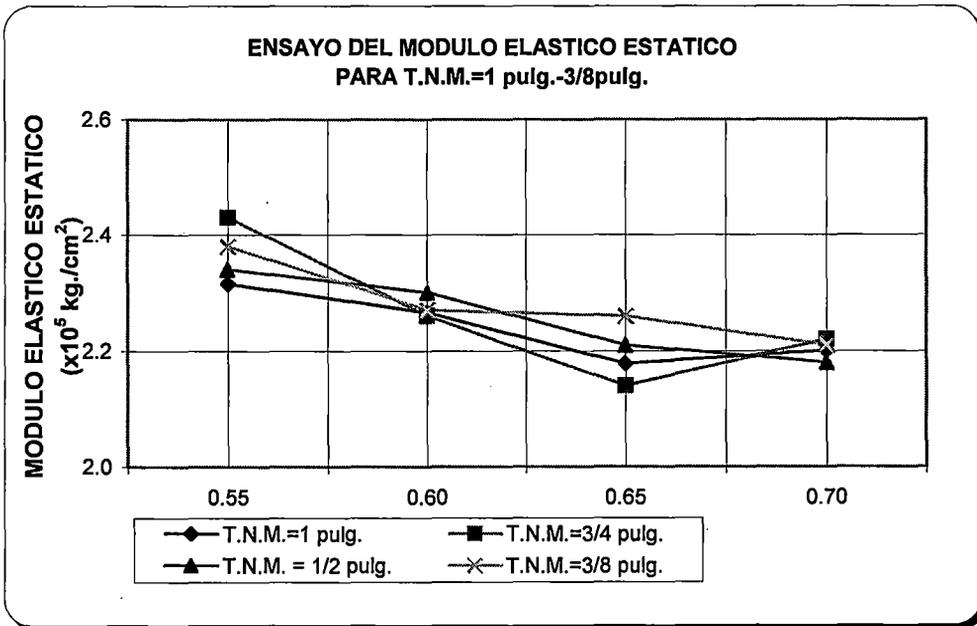
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M = 1 pulg - 3/8pulg.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-1.7**

T.N.M.	RELACION	EDAD DEL CONCRETO	MODULO ELASTICO ESTATICO	MODULO ELASTICO ESTATICO
	a/c	dias	$\times 10^5 \text{ kg./cm}^2$	% referencial
1 pulg.	0.55	28	2.32	100 (PATRON)
	0.60	28	2.27	97.87
	0.65	28	2.18	94.09
	0.70	28	2.20	95.06
3/4 pulg.	0.55	28	2.43	100 (PATRON)
	0.60	28	2.26	93.00
	0.65	28	2.14	88.07
	0.70	28	2.22	91.36
1/2 pulg.	0.55	28	2.34	100 (PATRON)
	0.60	28	2.30	98.29
	0.65	28	2.21	94.44
	0.70	28	2.18	93.16
3/8 pulg.	0.55	28	2.38	100 (PATRON)
	0.60	28	2.27	95.38
	0.65	28	2.26	94.96
	0.70	28	2.21	92.86

**GRAFICO VI-1.7**



sis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**RESUMEN DE LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO  
PARA T.N.M.: 1 pulg - 3/8 pulg.**

**CUADRO VI-1.8**

T.N.M DE 1 pulg.				
RELACION	ASENTAMIENTO	FLUIDEZ	PESO UNITARIO	EXUDACION
a/c	pulg.	%	kg./m3	%
0.55	3.70	86.67	2,399	2.56
0.60	3.75	90.33	2,418	2.63
0.65	3.65	93.00	2,420	3.22
0.70	3.60	99.33	2,427	2.84
T.N.M DE 3/4 pulg.				
RELACION	ASENTAMIENTO	FLUIDEZ	PESO UNITARIO	EXUDACION
a/c	pulg.	%	kg./m3	%
0.55	3.75	81.00	2,373	2.29
0.60	3.70	83.33	2,376	2.39
0.65	3.60	87.33	2,383	2.79
0.70	3.55	94.00	2,404	2.95
T.N.M DE 1/2 pulg.				
RELACION	ASENTAMIENTO	FLUIDEZ	PESO UNITARIO	EXUDACION
a/c	pulg.	%	kg./m3	%
0.55	3.70	75.00	2,343	2.00
0.60	3.65	81.33	2,350	2.10
0.65	3.60	82.00	2,371	2.38
0.70	3.60	83.00	2,364	2.54
T.N.M DE 3/8 pulg.				
RELACION	ASENTAMIENTO	FLUIDEZ	PESO UNITARIO	EXUDACION
a/c	pulg.	%	kg./m3	%
0.55	3.65	71.33	2,340	2.03
0.60	3.65	69.67	2,333	1.99
0.65	3.55	76.67	2,352	2.32
0.70	3.50	81.33	2,359	2.17

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**RESUMEN DE LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DEL CONCRETO  
PARA T.N.M.: 1 pulg - 3/8 pulg.**

**CUADRO VI-1.9**

<b>T.N.M DE 1 pulg.</b>				
RELACION	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	MODULO ELASTICO ESTATICO
a/c	días	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	x10 <sup>5</sup> kg./cm <sup>2</sup>
0.55	28	296.34	29.00	2.32
0.60	28	284.58	27.35	2.27
0.65	28	271.44	25.95	2.18
0.70	28	255.72	24.14	2.20
<b>T.N.M DE 3/4 pulg.</b>				
RELACION	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	MODULO ELASTICO ESTATICO
a/c	días	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	x10 <sup>5</sup> kg./cm <sup>2</sup>
0.55	28	310.06	30.16	2.43
0.60	28	293.48	27.65	2.26
0.65	28	279.63	26.11	2.14
0.70	28	270.74	24.13	2.22
<b>T.N.M DE 1/2 pulg.</b>				
RELACION	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	MODULO ELASTICO ESTATICO
a/c	días	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	x10 <sup>5</sup> kg./cm <sup>2</sup>
0.55	28	326.52	32.45	2.34
0.60	28	308.57	28.83	2.30
0.65	28	288.42	27.46	2.21
0.70	28	274.93	25.80	2.18
<b>T.N.M DE 3/8 pulg.</b>				
RELACION	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	MODULO ELASTICO ESTATICO
a/c	días	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	x10 <sup>5</sup> kg./cm <sup>2</sup>
0.55	28	331.59	33.56	2.38
0.60	28	317.51	31.13	2.27
0.65	28	298.51	28.59	2.26
0.70	28	282.99	26.97	2.21

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

GRAFICO VI-1.8

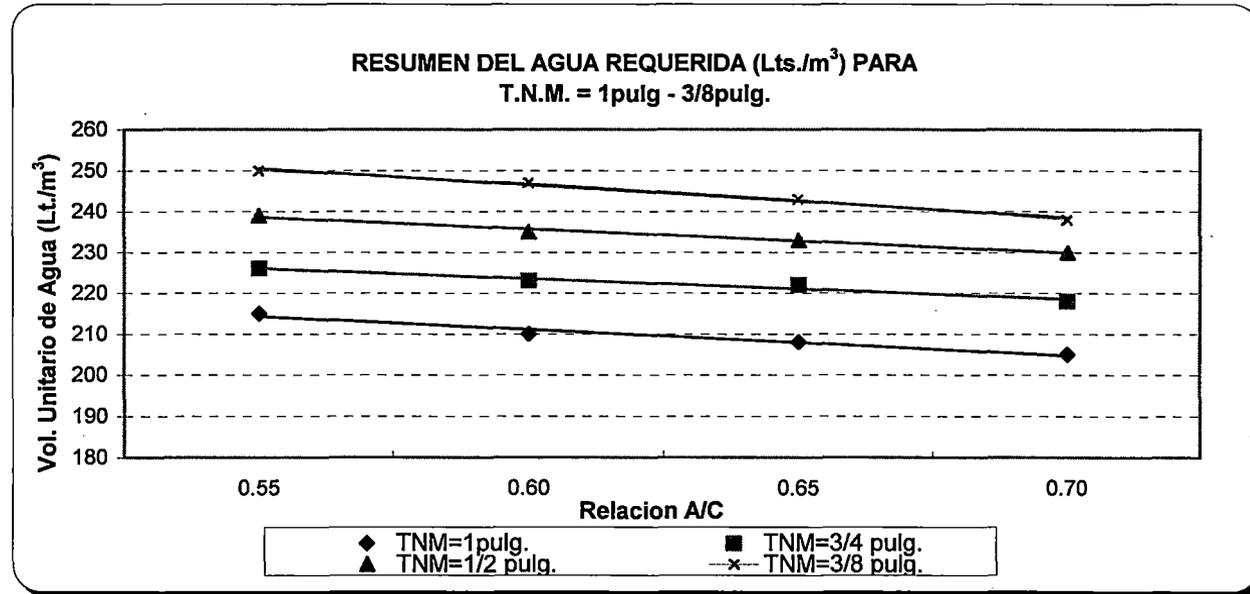
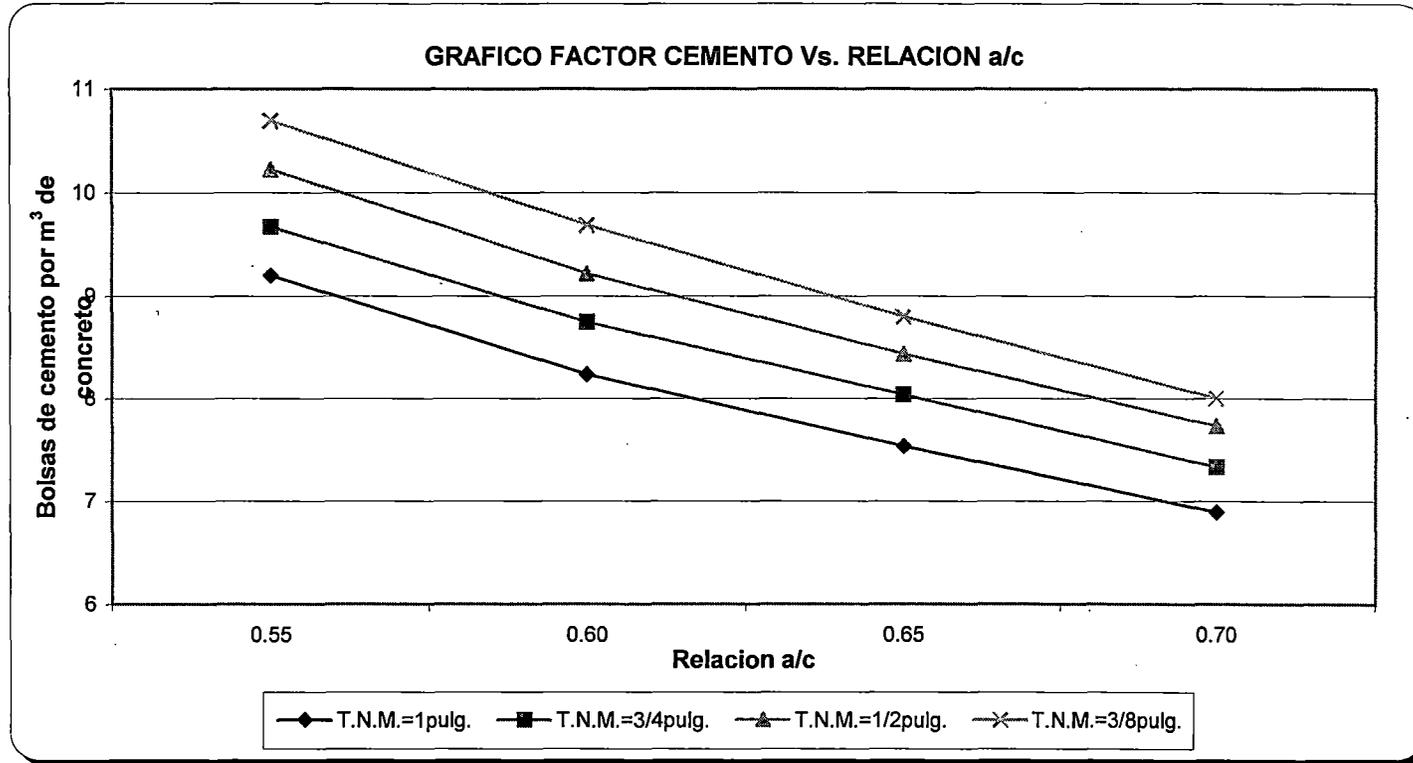


GRAFICO VI-1.9



**VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**PARA T.N.M. DE 1 A 3/8 pulg.**

(Patron: Edad del concreto=28 dias)

**CUADRO VI-1.10**

T.N.M.	EDAD DE CONCRETO	RELACION : a/c			
	(días)	0.55	0.60	0.65	0.70
1 pulg.	7	81.20	76.03	73.21	71.49
	14	87.94	87.75	86.01	84.65
	28	100.00	100.00	100.00	100.00
3/4 pulg.	7	80.42	79.00	74.70	70.39
	14	92.55	91.79	86.95	87.06
	28	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2 pulg.	7	77.72	77.36	76.68	73.36
	14	88.73	89.29	88.01	85.86
	28	100.00	100.00	100.00	100.00
3/8 pulg.	7	79.01	80.73	77.31	75.01
	14	92.57	90.96	91.34	94.53
	28	100.00	100.00	100.00	100.00

GRAFICO VI-1.10

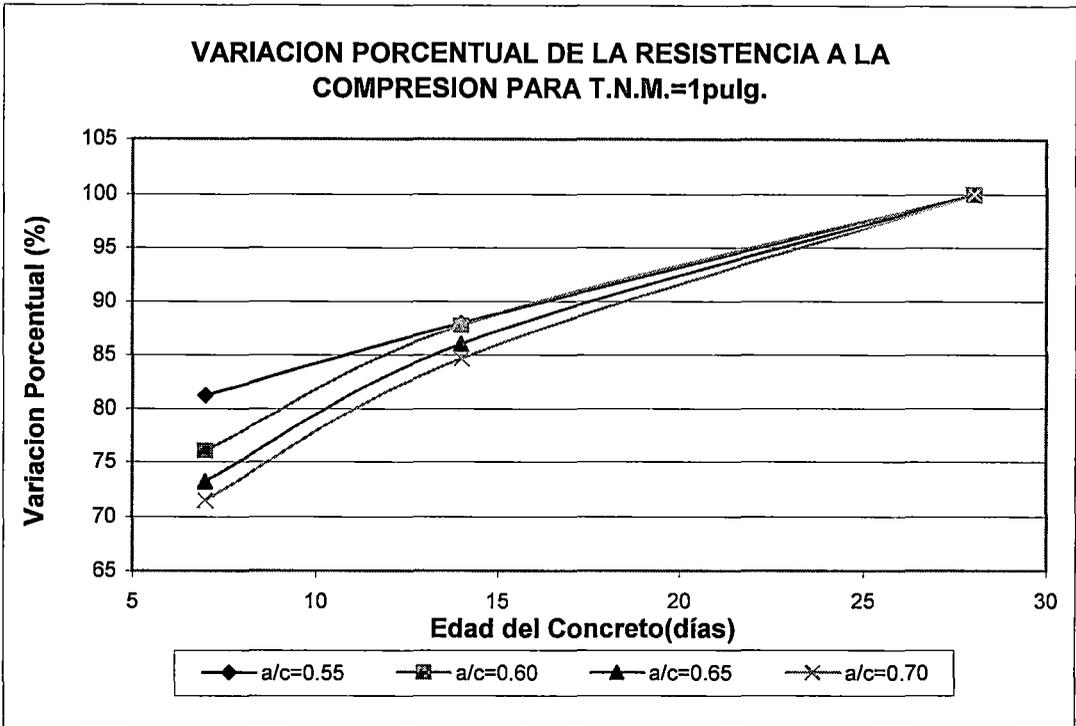
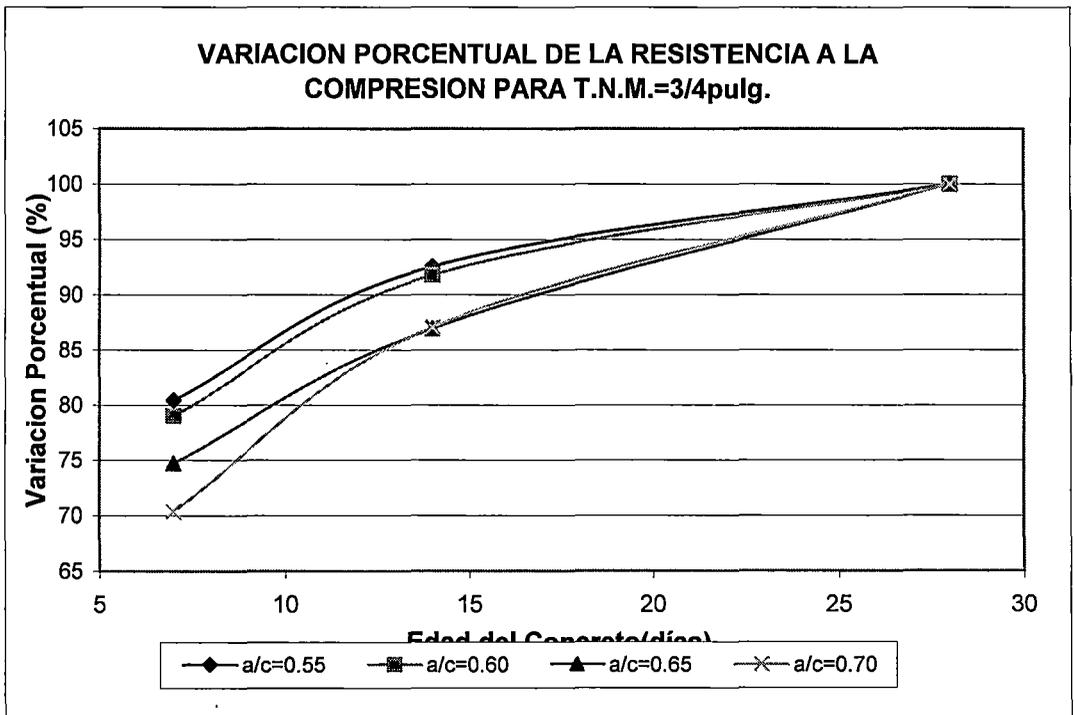


GRAFICO VI-1.11



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

GRAFICO VI-1.12

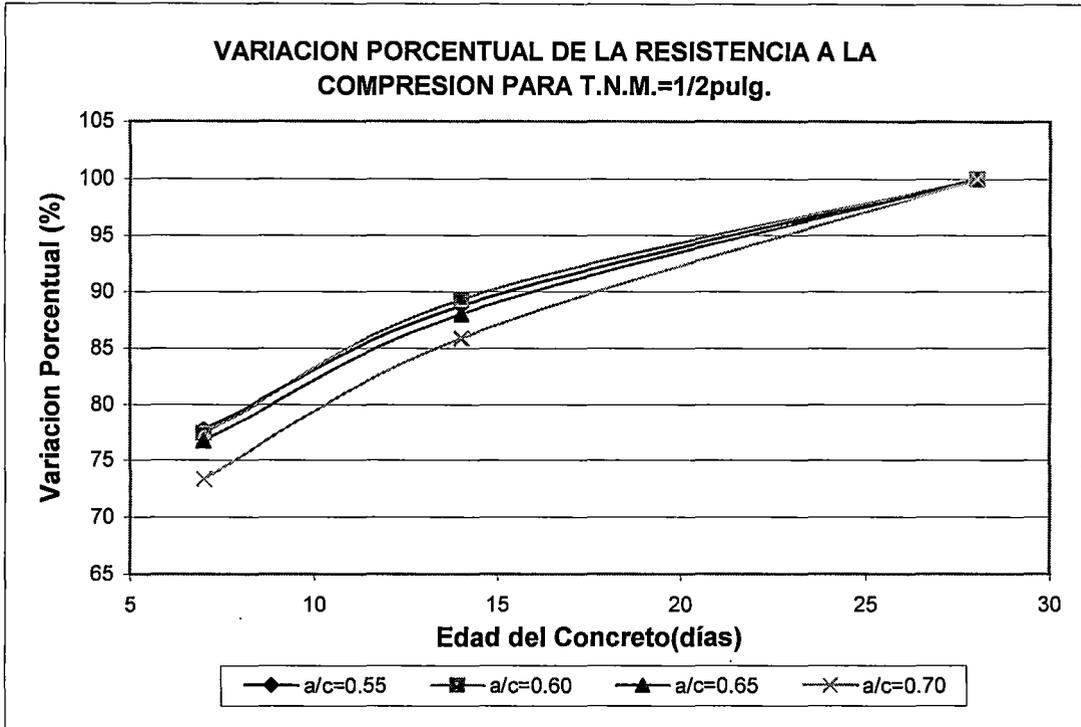
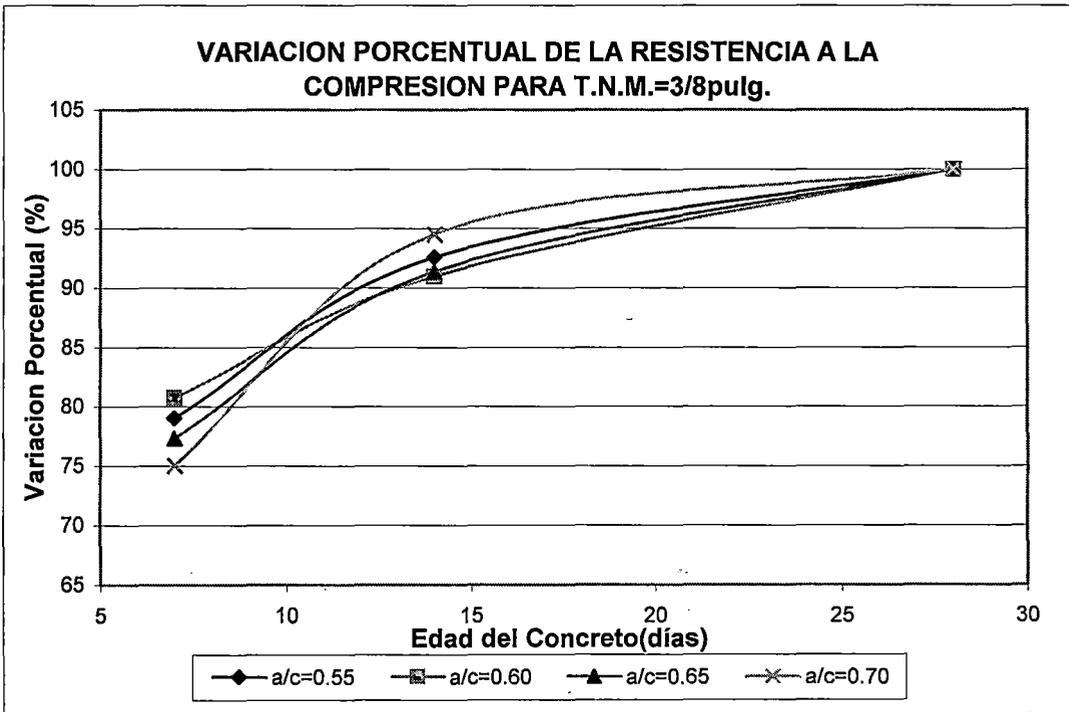


GRAFICO VI-1.13



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

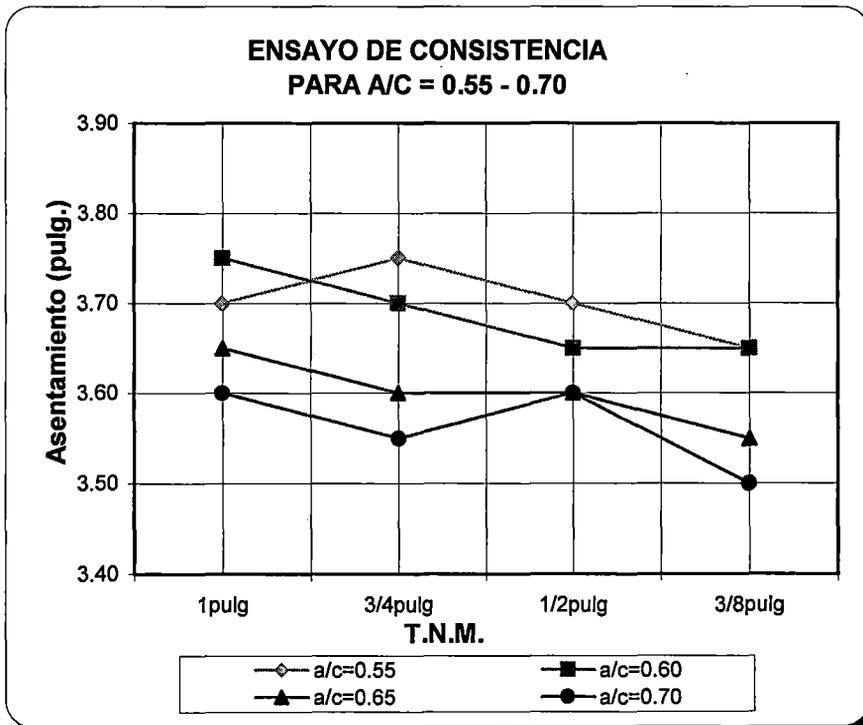
**VI-2: RESULTADOS DEL CONCRETO EN  
ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.  
VARIANDO LA RELACION A/C = 0.55 A 0.70.**

**ENSAYO DE CONSISTENCIA PARA A/C=0.55-0.70.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-2.1**

RELACION a/c	T.N.M.	ASENTAMIENTO	ASENTAMIENTO
		pulg.	% REFERENCIAL
0.55	1pulg	3.70	100 (PATRON)
	3/4pulg	3.75	101.35
	1/2pulg	3.70	100.00
	3/8pulg	3.65	98.65
0.60	1pulg	3.75	100 (PATRON)
	3/4pulg	3.70	98.67
	1/2pulg	3.65	97.33
	3/8pulg	3.65	97.33
0.65	1pulg	3.65	100 (PATRON)
	3/4pulg	3.60	98.63
	1/2pulg	3.60	98.63
	3/8pulg	3.55	97.26
0.70	1pulg	3.60	100 (PATRON)
	3/4pulg	3.55	98.61
	1/2pulg	3.60	100.00
	3/8pulg	3.50	97.22

**GRAFICO VI-2.1**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

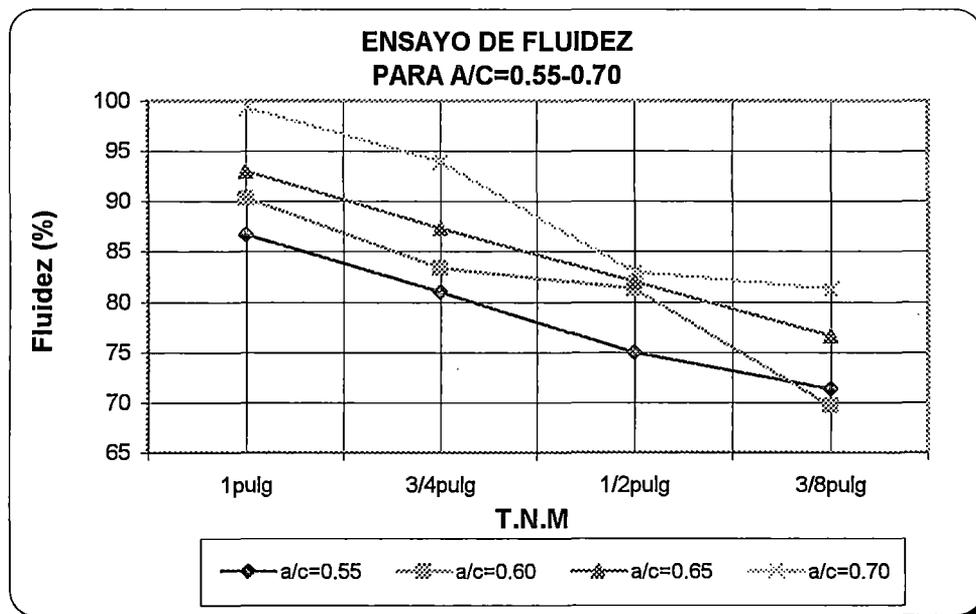
**ENSAYO DE FLUIDEZ PARA A/C=0.55-0.70.**

**CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-2.2**

RELACION a/c	T.N.M.	FLUIDEZ	FLUIDEZ
		%	% REFERENCIAL
0.55	1pulg	86.67	100 (PATRON)
	3/4pulg	81.00	93.46
	1/2pulg	75.00	86.54
	3/8pulg	71.33	82.31
0.60	1pulg	90.33	100 (PATRON)
	3/4pulg	83.33	92.25
	1/2pulg	81.33	90.04
	3/8pulg	69.67	77.12
0.65	1pulg	93.00	100 (PATRON)
	3/4pulg	87.33	93.91
	1/2pulg	82.00	88.17
	3/8pulg	76.67	82.44
0.70	1pulg	99.33	100 (PATRON)
	3/4pulg	94.00	94.63
	1/2pulg	83.00	83.56
	3/8pulg	81.33	81.88

**GRAFICO VI-2.2**



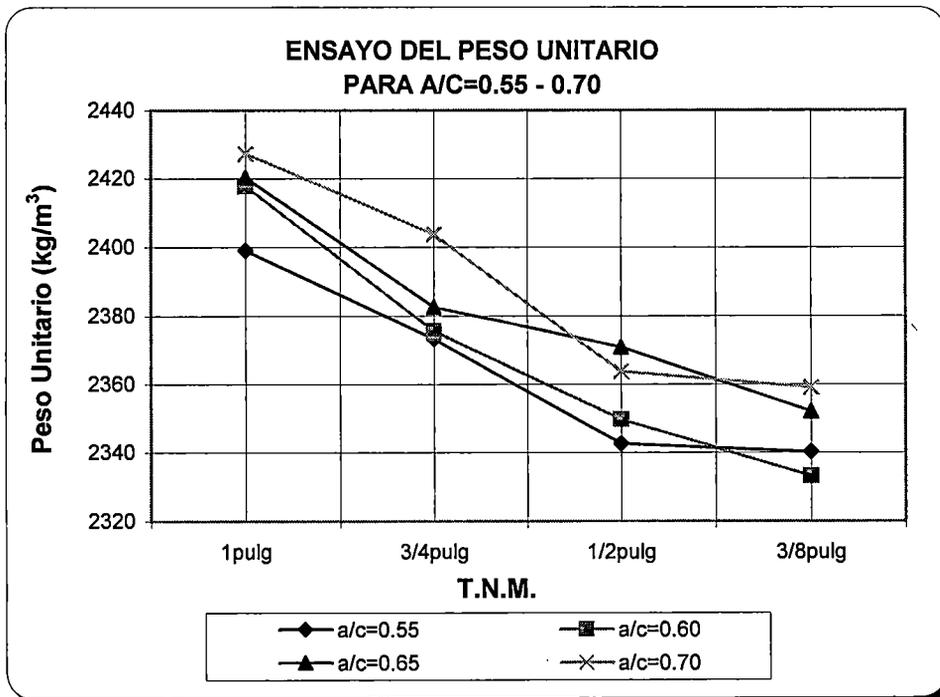
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA A/C=0.55-0.70.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-2.3**

RELACION a/c	T.N.M.	PESO UNITARIO	PESO UNITARIO
		kg./m <sup>3</sup>	% REFERENCIAL
0.55	1pulg	2,399	100 (PATRON)
	3/4pulg	2,373	98.92
	1/2pulg	2,343	97.64
	3/8pulg	2,340	97.55
0.60	1pulg	2,418	100 (PATRON)
	3/4pulg	2,376	98.25
	1/2pulg	2,350	97.18
	3/8pulg	2,333	96.49
0.65	1pulg	2,420	100 (PATRON)
	3/4pulg	2,383	98.44
	1/2pulg	2,371	97.96
	3/8pulg	2,352	97.18
0.70	1pulg	2,427	100 (PATRON)
	3/4pulg	2,404	99.03
	1/2pulg	2,364	97.38
	3/8pulg	2,359	97.19

**GRAFICO VI-2.3**



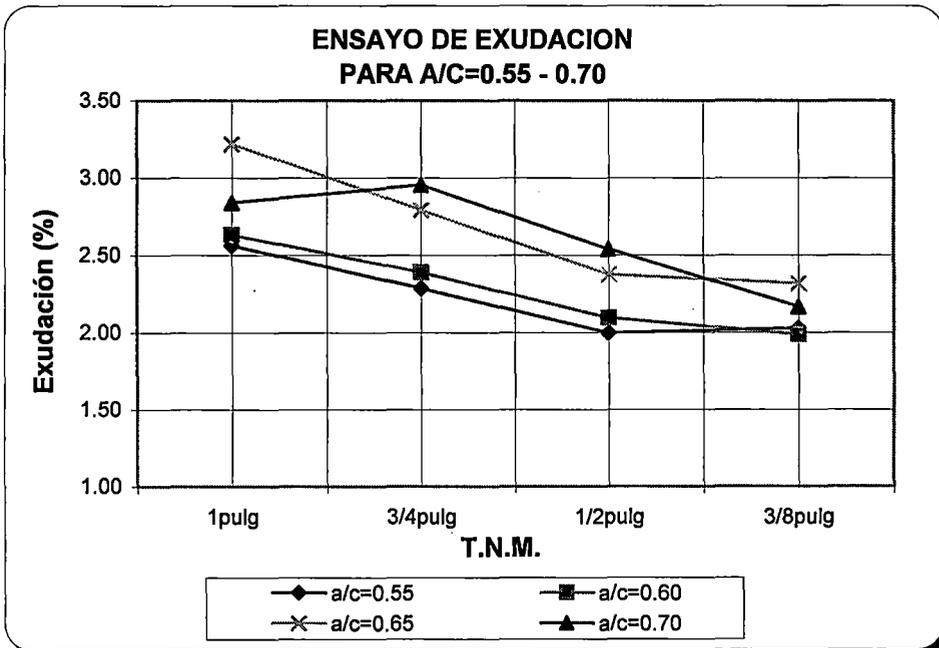
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION PARA A/C=0.55-0.70.  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-2.4**

RELACION a/c	T.N.M.	EXUDACION %	ASENTAMIENTO % REFERENCIAL
0.55	1pulg	2.56	100 (PATRON)
	3/4pulg	2.29	89.30
	1/2pulg	2.00	78.02
	3/8pulg	2.03	79.19
0.60	1pulg	2.63	100 (PATRON)
	3/4pulg	2.39	90.79
	1/2pulg	2.10	79.71
	3/8pulg	1.99	75.61
0.65	1pulg	3.22	100 (PATRON)
	3/4pulg	2.79	86.70
	1/2pulg	2.38	73.83
	3/8pulg	2.32	72.01
0.70	1pulg	2.84	100 (PATRON)
	3/4pulg	2.95	104.02
	1/2pulg	2.54	89.42
	3/8pulg	2.17	76.34

**GRAFICO VI-2.4**



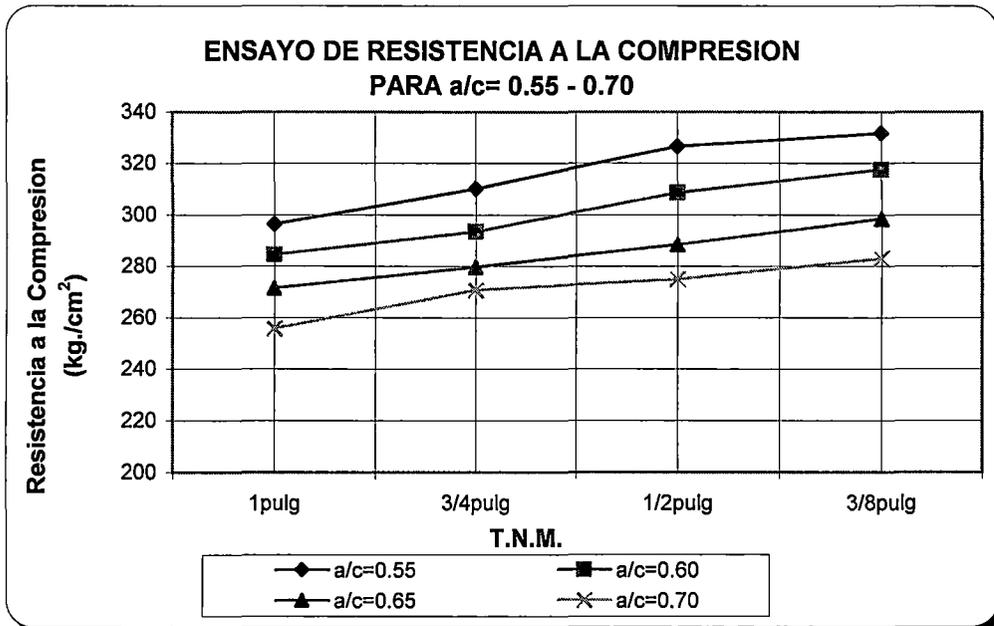
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
PARA a/c = 0.55 - 0.70  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-2.5**

RELACION	T.N.M.	EDAD DEL CONCRETO	RESIST. A LA COMPRESION	RESIST. A LA COMPRESION
a/c		días	Kg./cm <sup>2</sup>	% Referencial
0.55	1pulg	28	296.34	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	310.06	104.63
	1/2pulg	28	326.52	110.18
	3/8pulg	28	331.59	111.90
0.60	1pulg	28	284.58	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	293.48	103.13
	1/2pulg	28	308.57	108.43
	3/8pulg	28	317.51	111.57
0.65	1pulg	28	271.44	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	279.63	103.02
	1/2pulg	28	288.42	106.26
	3/8pulg	28	298.51	109.97
0.70	1pulg	28	255.72	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	270.74	105.87
	1/2pulg	28	274.93	107.51
	3/8pulg	28	282.99	110.66

**GRAFICO VI-2.5**



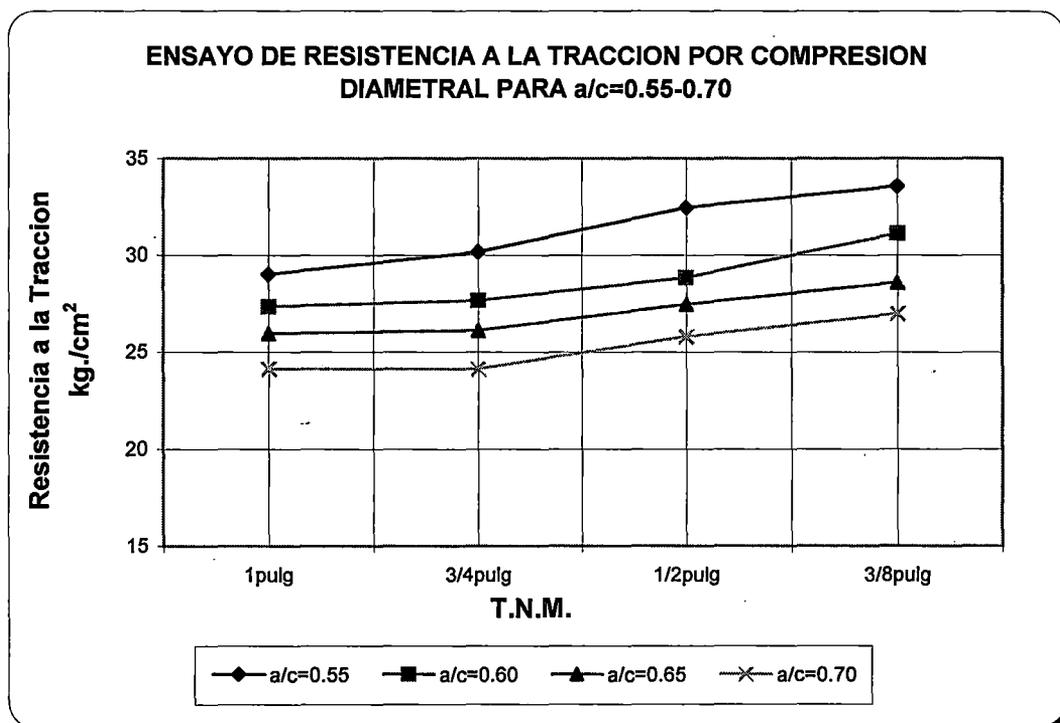
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR  
COMPRESION DIAMETRAL PARA a/c = 0.55 - 0.70  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-2.6**

RELACION	T.N.M.	EDAD DEL CONCRETO	RESIST. A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	RESIST. A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL
a/c		dias	Kg./cm <sup>2</sup>	% REFERENCIAL
0.55	1pulg	28	29.00	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	30.16	104.00
	1/2pulg	28	32.45	111.92
	3/8pulg	28	33.56	115.72
0.60	1pulg	28	27.35	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	27.65	101.11
	1/2pulg	28	28.83	105.44
	3/8pulg	28	31.13	113.83
0.65	1pulg	28	25.95	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	26.11	100.61
	1/2pulg	28	27.46	105.83
	3/8pulg	28	28.59	110.16
0.70	1pulg	28	24.14	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	24.13	99.96
	1/2pulg	28	25.80	106.88
	3/8pulg	28	26.97	111.72

**GRAFICO VI-2.6**



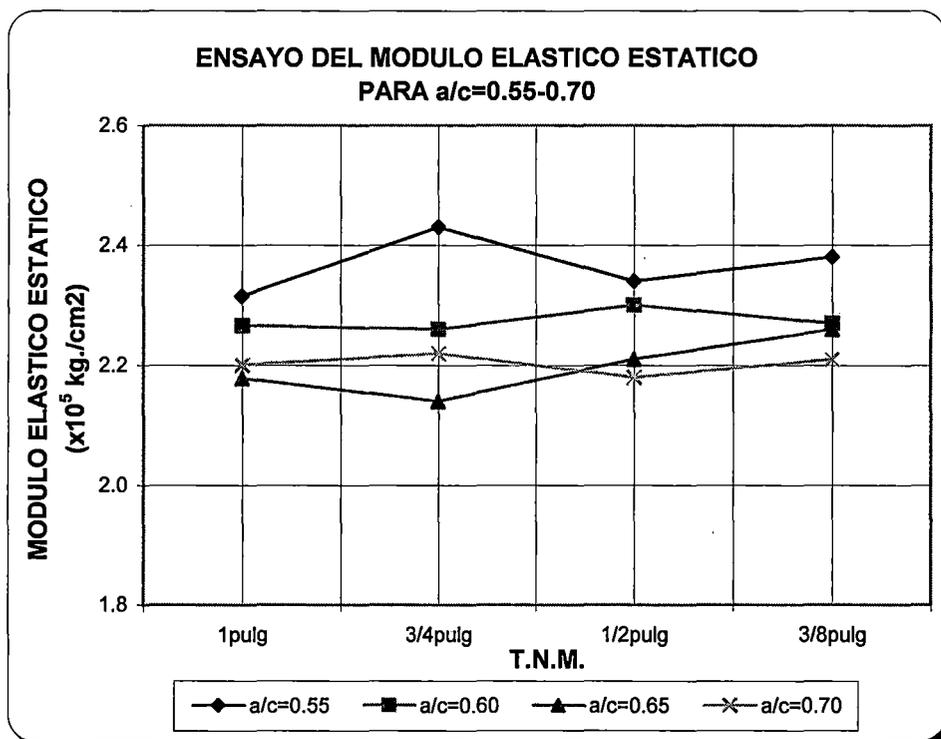
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA a/c = 0.55 - 0.70  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO VI-2.7**

RELACION	T.N.M.	EDAD DEL CONCRETO	MODULO ELASTICO ESTATICO	MODULO ELASTICO ESTATICO
a/c		dias	x10 <sup>5</sup> kg./cm <sup>2</sup>	% referencial
0.55	1pulg	28	2.32	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	2.43	104.97
	1/2pulg	28	2.34	101.08
	3/8pulg	28	2.38	102.81
0.60	1pulg	28	2.27	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	2.26	99.75
	1/2pulg	28	2.30	101.51
	3/8pulg	28	2.27	100.19
0.65	1pulg	28	2.18	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	2.14	98.25
	1/2pulg	28	2.21	101.46
	3/8pulg	28	2.26	103.76
0.70	1pulg	28	2.20	100 (PATRON)
	3/4pulg	28	2.22	100.88
	1/2pulg	28	2.18	99.06
	3/8pulg	28	2.21	100.42

**GRAFICO VI-2.7**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**RESUMEN DE LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO  
PARA RELACIONES A/C: 0.55 - 0.70**

**CUADRO VI-2.8**

<b>RELACION A/C=0.55</b>				
T.N.M.	ASENTAMIENTO	FLUIDEZ	PESO UNITARIO	EXUDACION
	pulg.	%	kg./m3	%
1 pulg.	3.70	86.67	2,399	2.56
3/4 pulg.	3.75	81.00	2,373	2.29
1/2 pulg.	3.70	75.00	2,343	2.00
3/8 pulg.	3.65	71.33	2,340	2.03
<b>RELACION A/C=0.60</b>				
T.N.M.	ASENTAMIENTO	FLUIDEZ	PESO UNITARIO	EXUDACION
	pulg.	%	kg./m3	%
1 pulg.	3.75	90.33	2,418	2.63
3/4 pulg.	3.70	83.33	2,376	2.39
1/2 pulg.	3.65	81.33	2,350	2.10
3/8 pulg.	3.65	69.67	2,333	1.99
<b>RELACION A/C=0.65</b>				
T.N.M.	ASENTAMIENTO	FLUIDEZ	PESO UNITARIO	EXUDACION
	pulg.	%	kg./m3	%
1 pulg.	3.65	93.00	2,420	3.22
3/4 pulg.	3.60	87.33	2,383	2.79
1/2 pulg.	3.60	82.00	2,371	2.38
3/8 pulg.	3.55	76.67	2,352	2.32
<b>RELACION A/C=0.70</b>				
T.N.M.	ASENTAMIENTO	FLUIDEZ	PESO UNITARIO	EXUDACION
	pulg.	%	kg./m3	%
1 pulg.	3.60	99.33	2,427	2.84
3/4 pulg.	3.55	94.00	2,404	2.95
1/2 pulg.	3.60	83.00	2,364	2.54
3/8 pulg.	3.50	81.33	2,359	2.17

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

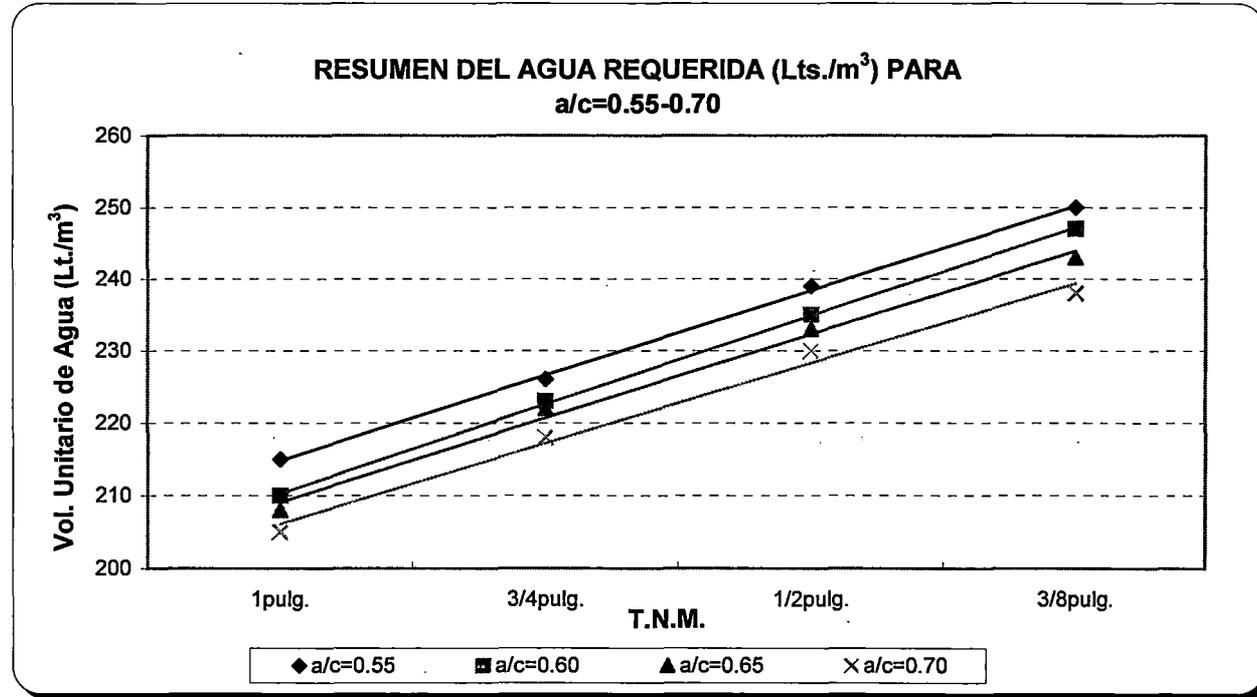
**RESUMEN DE LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DEL CONCRETO  
PARA RELACIONES A/C: 0.55 - 0.70**

**CUADRO VI-2.9**

<b>PARA A/C=0.55</b>				
T.N.M.	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	MODULO ELASTICO ESTATICO
	dias	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	x10 <sup>5</sup> kg./cm <sup>2</sup>
1 pulg.	28	296.34	29.00	2.32
3/4 pulg.	28	310.06	30.16	2.43
1/2 pulg.	28	326.52	32.45	2.34
3/8 pulg.	28	331.59	33.56	2.38
<b>PARA A/C=0.60</b>				
T.N.M.	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	MODULO ELASTICO ESTATICO
	dias	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	x10 <sup>5</sup> kg./cm <sup>2</sup>
1 pulg.	28	284.58	27.35	2.27
3/4 pulg.	28	293.48	27.65	2.26
1/2 pulg.	28	308.57	28.83	2.30
3/8 pulg.	28	317.51	31.13	2.27
<b>PARA A/C=0.65</b>				
T.N.M.	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	MODULO ELASTICO ESTATICO
	dias	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	x10 <sup>5</sup> kg./cm <sup>2</sup>
1 pulg.	28	271.44	25.95	2.18
3/4 pulg.	28	279.63	26.11	2.14
1/2 pulg.	28	288.42	27.46	2.21
3/8 pulg.	28	298.51	28.59	2.26
<b>PARA A/C=0.70</b>				
T.N.M.	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL	MODULO ELASTICO ESTATICO
	dias	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	x10 <sup>5</sup> kg./cm <sup>2</sup>
1 pulg.	28	255.72	24.14	2.20
3/4 pulg.	28	270.74	24.13	2.22
1/2 pulg.	28	274.93	25.80	2.18
3/8 pulg.	28	282.99	26.97	2.21

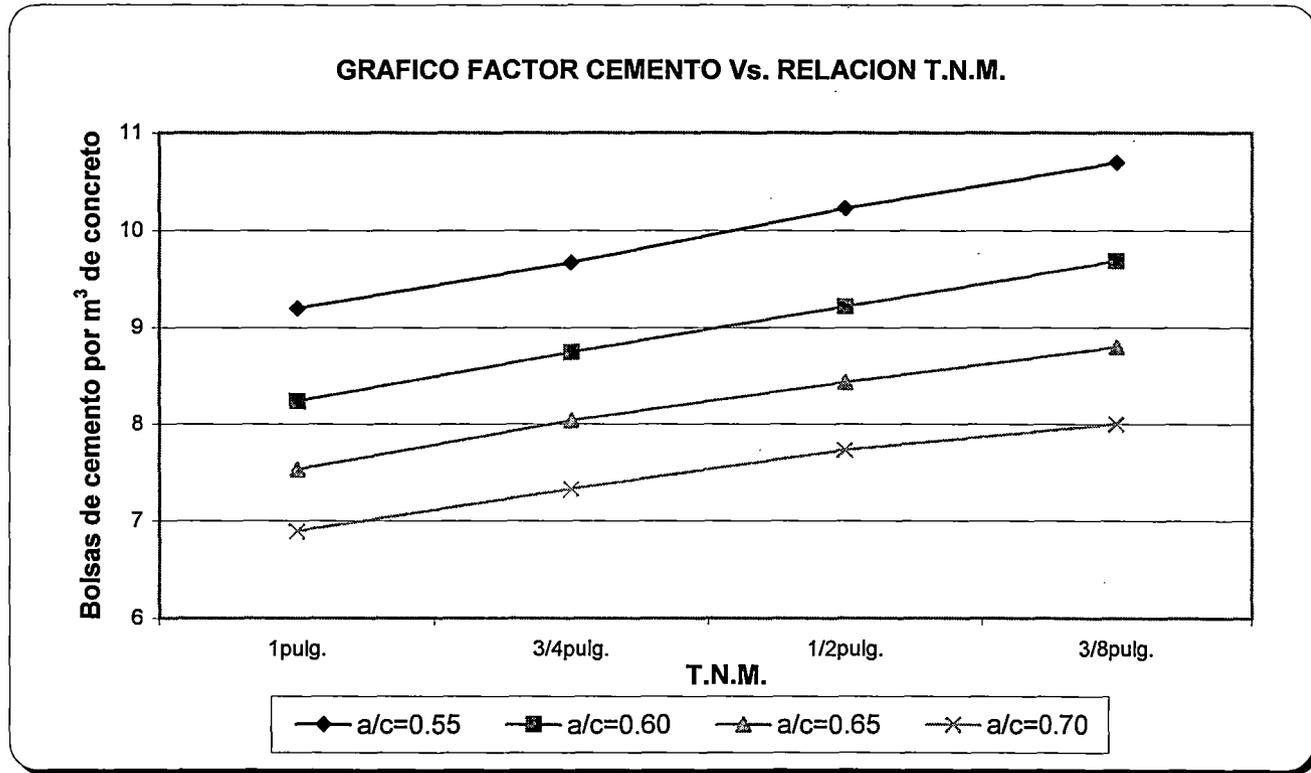
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

GRAFICO VI-2.8



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

CUADRO VI-2.9



**VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION  
PARA A/C DE 0.55 A 0.70.**

(Patron: Edad del concreto=28 días)

**CUADRO VI-2.10**

RELACION A/C	EDAD DE CONCRETO (días)	T.N.M			
		1 pulg.	3/4 pulg.	1/2 pulg.	3/8 pulg.
0.55	7	81.20	80.42	77.72	79.01
	14	87.94	92.55	88.73	92.57
	28	100.00	100.00	100.00	100.00
0.60	7	76.03	79.00	77.36	80.73
	14	87.75	91.79	89.29	90.96
	28	100.00	100.00	100.00	100.00
0.65	7	73.21	74.70	76.68	77.31
	14	86.01	86.95	88.01	91.34
	28	100.00	100.00	100.00	100.00
0.70	7	71.49	70.39	73.36	75.01
	14	84.65	87.06	85.86	94.53
	28	100.00	100.00	100.00	100.00

GRAFICO VI-2.10

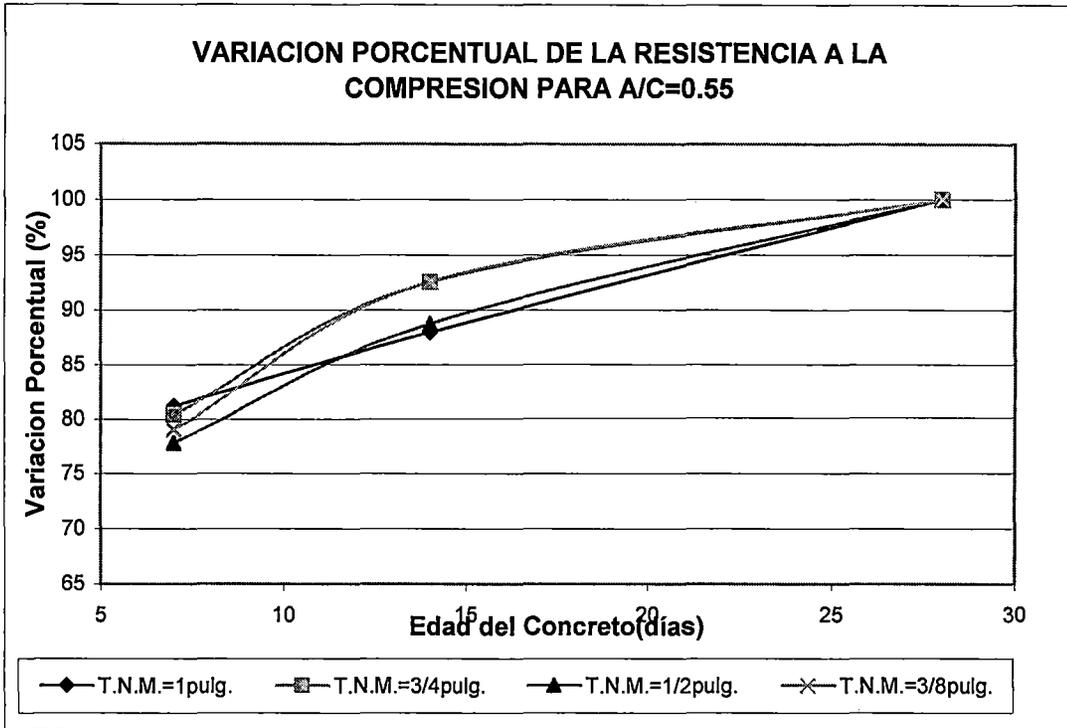
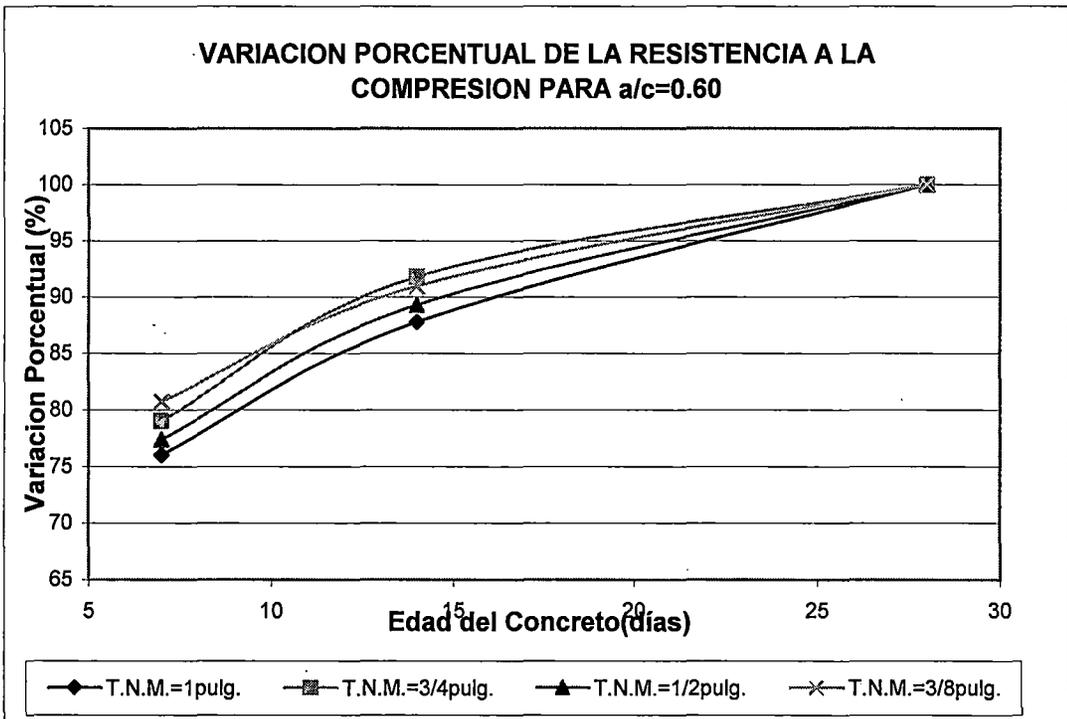


GRAFICO VI-2.11



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

GRAFICO VI-2.12

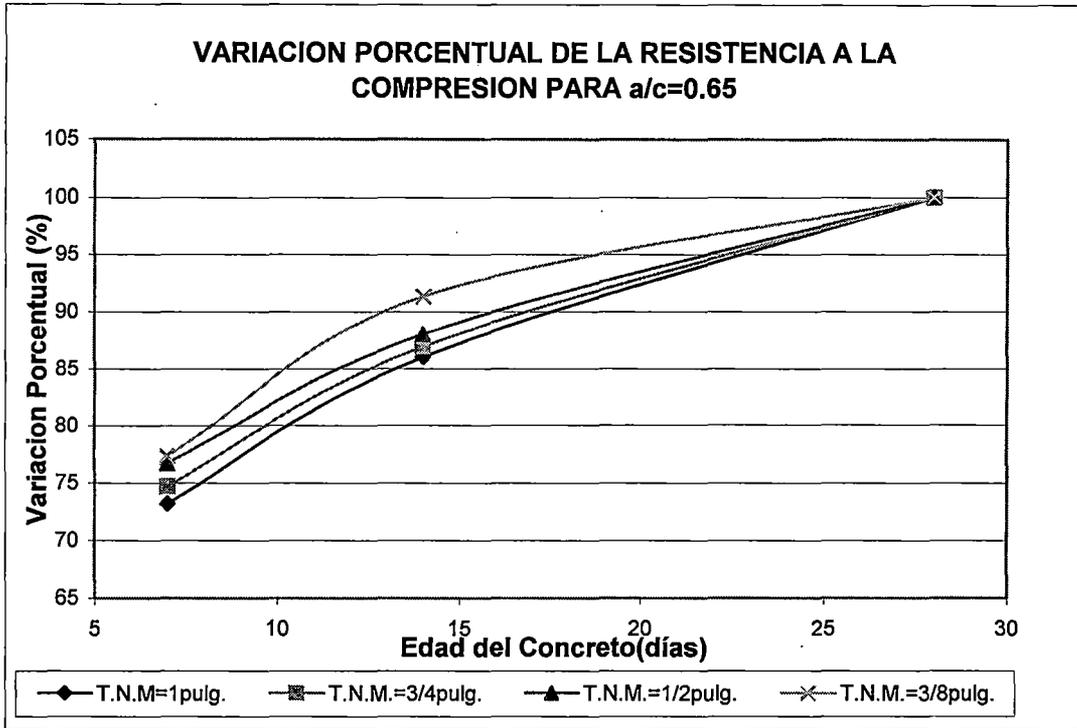
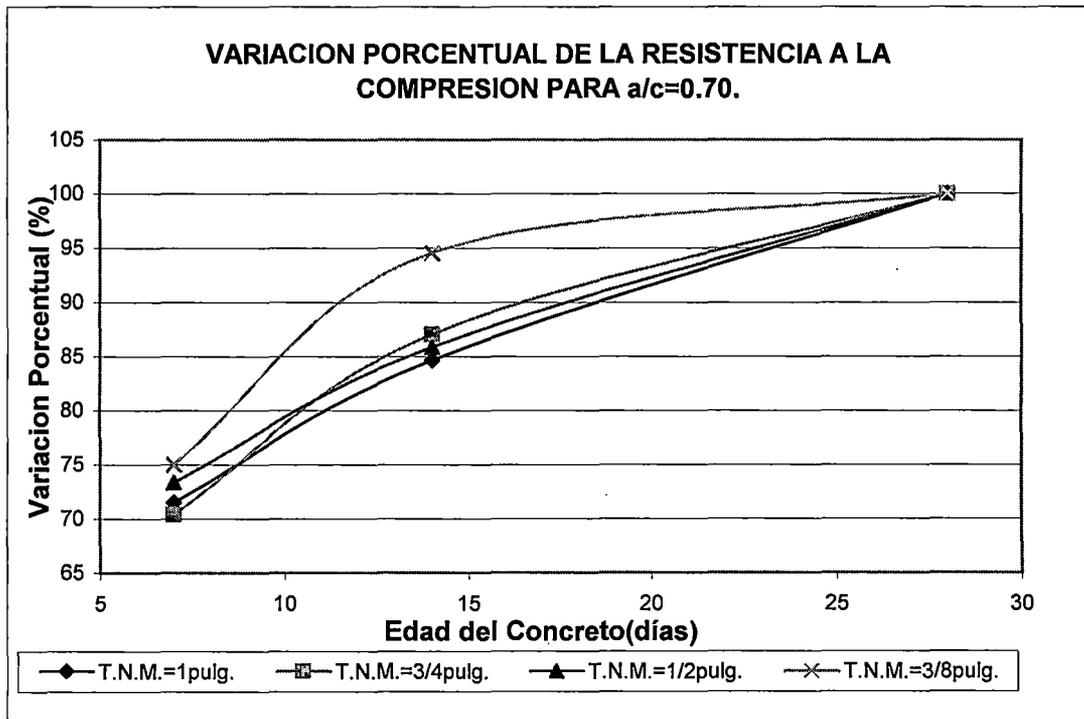


GRAFICO VI-2.13



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

# **CAPITULO VII**

**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

## **CAPITULO VII**

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

#### **7.1 GENERALIDADES.**

El presente capítulo se considera como uno de los más importantes de la presente tesis titulada "ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI", el cual tiene como objetivo analizar y cuantificar el grado de influencia del tamaño máximo del agregado grueso, en la resistencia mecánica del concreto.

Para la realización del presente estudio se elaboro un concreto normal, es decir sin adicionar aditivos, con la premisa de usar el agregado grueso de tipo angular con diferente tamaño máximo nominal (1 pulg., 3/4pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg.). Así mismo se diseño con mezclas con una relación de agua cemento (a/c) de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.

Los análisis de los resultados son consecuencia de los cuadros y gráficos presentados en los capítulos anteriores obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio, para el concreto en estado fresco (consistencia, fluidez, peso unitario y exudación) y el concreto en estado endurecido (resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y modulo elástico estático).

Este capítulo permitirá obtener las conclusiones y recomendaciones que persigue el presente estudio.

#### **7.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.**

El análisis del concreto en estado fresco consiste en la observación de las propiedades que adopte el concreto en este estado, así como de sus características.

Para efectuar los análisis correspondientes de los ensayos en estado fresco se realizo sobre la base de dos valores referenciales:

- En primer lugar se analizara como valor referencial la relación  $a/c=0.55$  como 100%.
- En segundo lugar se analizara como valor referencial el T.N.M. de 1 pulg. como 100%.

## **CONSISTENCIA (ASENTAMIENTO)**

Los Asentamiento que se busca tener en todos los diseños de mezcla en el presente estudio se encuentra entre 3 pulg. y 4 pulg.. El asentamiento de los cuadros de los resultados del capítulo VI es el promedio de los valores obtenidos en las tandas del concreto que se vaciaron para realizar los ensayos del concreto en estado endurecido. Del cuadro VI-1.1 y VI-2.1, se puede observar:

### **Análisis Comparativo, Considerando $a/c=0.55$ como valor referencial.**

1) Para el T.N.M. de 1 pulg., la relación  $a/c=0.55$  tiene un asentamiento de 3.70 pulg., considerando este valor como referencia (100%).

- En la relación de  $a/c=0.60$ , observamos un aumento de 1.35%.
- En la relación de  $a/c=0.65$ , observamos una disminución de 1.35%.
- En la relación de  $a/c=0.70$ , observamos una disminución de 2.70%.

2) Para el T.N.M. de 3/4 pulg., la relación  $a/c=0.55$  tiene un asentamiento de 3.75 pulg., considerado este valor como referencia (100%).

- En la relación de  $a/c=0.60$ , observamos una disminución de 1.33%.
- En la relación de  $a/c=0.65$ , observamos una disminución de 4.00%.
- En la relación de  $a/c=0.70$ , observamos una disminución de 5.33%.

3) Para el T.N.M. de 1/2 pulg., la relación  $a/c=0.55$  tiene un asentamiento de 3.70 pulg. considerado este valor como referencia (100%).

- En la relación de  $a/c=0.60$ , observamos una disminución de 1.35%.
- En la relación de  $a/c=0.65$ , observamos una disminución de 2.70%.
- En la relación de  $a/c=0.70$ , observamos una disminución de 2.70%.

4) Para el T.N.M. de 3/8 pulg., la relación  $a/c=0.55$  tiene un asentamiento de 3.65 pulg. considerado este valor como referencia (100%).

- En la relación de  $a/c=0.60$ , no presenta variación.
- En la relación de  $a/c=0.65$ , observamos una disminución de 2.74%.
- En la relación de  $a/c=0.70$ , observamos una disminución de 4.11%.

### **Análisis Comparativo, Considerando el T.N.M.=1pulg. como valor referencial.**

1) Para la relación  $a/c=0.55$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene un asentamiento de 3.70 pulg. (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 1.35%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. no presenta variación.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 1.35%.

2) Para la relación  $a/c=0.60$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene un asentamiento de 3.75 pulg. (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 1.33%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 2.67%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 2.67%.

3) Para la relación  $a/c=0.65$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene un asentamiento de 3.65 pulg.. (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 1.37%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 1.37%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 2.74%.

4) Para la relación  $a/c=0.70$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene un asentamiento de 3.60 pulg.. (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 1.49%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. no presenta variación.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 2.78%.

Para todas las relaciones  $a/c$  se obtuvo un asentamiento de 3 pulg. a 4 pulg., es decir se ha utilizado una mezcla de consistencia plástica (trabajable).

## **FLUIDEZ**

En el capítulo anterior, del cuadro VI-1.2 y VI-2.2, se observa los valores de fluidez para cada T.N.M. y para cada relación  $a/c$  del concreto, a continuación presentamos el análisis respectivo:

### **Análisis Comparativo, Considerando $a/c=0.55$ como valor referencial.**

1) Para el T.N.M. de 1 pulg. la relación  $a/c=0.55$  tiene una fluidez de 86.67%. (100% referencial).

- la relación  $a/c=0.60$ , observamos un aumento de 4.23%.
  - la relación  $a/c=0.65$ , observamos un aumento de 7.31%.
  - la relación  $a/c=0.70$ , observamos un aumento de 14.62%.
- 2) Para el T.N.M. de 3/4 pulg. la relación  $a/c=0.55$  tiene una fluidez de 81.00 % (100% referencial).
- la relación  $a/c=0.60$ , observamos un aumento de 2.88%.
  - la relación  $a/c=0.65$ , observamos un aumento de 7.82%.
  - la relación  $a/c=0.70$ , observamos un aumento de 16.05%.
- 3) Para el T.N.M. de 1/2 pulg. la relación  $a/c=0.55$  tiene una fluidez de 75.00%. (100% referencial).
- la relación  $a/c=0.60$  tiene un aumento de 8.44%.
  - la relación  $a/c=0.65$  tiene un aumento de 9.33%.
  - la relación  $a/c=0.70$  tiene un aumento de 10.67%.
- 4) Para el T.N.M. de 3/8 pulg. la relación  $a/c=0.55$  tiene una fluidez de 71.33%. (100% referencial).
- la relación  $a/c=0.60$  tiene una disminución de 2.34%.
  - la relación  $a/c=0.65$  tiene un aumento de 7.48%.
  - la relación  $a/c=0.70$  tiene un aumento de 14.02%.

**Análisis Comparativo, Considerando el T.N.M.=1pulg. como valor referencial.**

- 1) Para la relación  $a/c=0.55$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una fluidez de 86.67%. (100% referencial).
- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 6.54%.
  - el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 13.46%.
  - el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 18.69%.
- 2) Para la relación  $a/c=0.60$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una fluidez de 90.33%. (100% referencial).
- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 7.75%.
  - el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 9.96%.
  - el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 22.88%.
- 3) Para la relación  $a/c=0.65$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una fluidez de 93.00%. (100% referencial).
- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 6.09%.
  - el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 11.83%.
  - el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 17.56%.
- 4) Para la relación  $a/c=0.70$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una fluidez de 99.33%. (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 5.37%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 16.44%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 18.12%.

En los gráficos VI-1.2 y VI-2.2, se muestra gráficamente la variación de la fluidez para cada T.N.M. y para cada relación a/c.

## **PESO UNITARIO**

De los cuadros VI-1.3 y VI-2.3, se observa los valores de peso unitario obtenido para cada T.N.M. y para cada relación a/c del concreto, a continuación presentamos el análisis respectivo.

### **Análisis Comparativo, Considerando a/c=0.55 como valor referencial.**

1) Para el T.N.M. de 1 pulg., la relación a/c=0.55 tiene un P.U. de 2,399.07 kg./m<sup>3</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene un aumento de 0.79%.
- la relación a/c=0.65 tiene un aumento de 0.88%.
- la relación a/c=0.70 tiene un aumento de 1.18%.

2) Para el T.N.M. de 3/4 pulg., la relación a/c=0.55 tiene un P.U. de 2,373.17 kg./m<sup>3</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene un aumento de 0.10%.
- la relación a/c=0.65 tiene un aumento de 0.40%.
- la relación a/c=0.70 tiene un aumento de 1.29%.

3) Para el T.N.M. de 1/2 pulg., la relación a/c=0.55 tiene un P.U. de 2,342.56 kg./m<sup>3</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene un aumento de 0.30%.
- la relación a/c=0.65 tiene un aumento de 1.21%.
- la relación a/c=0.70 tiene un aumento de 0.90%.

4) Para el T.N.M. de 3/8 pulg., la relación a/c=0.55 que tiene un P.U. de 2,340.21 kg./m<sup>3</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene una disminución de 0.30%.
- la relación a/c=0.65 tiene un aumento de 0.50%.
- la relación a/c=0.70 tiene un aumento de 0.80%.

### **Análisis Comparativo, Considerando el T.N.M.=1pulg. como valor referencial.**

1) Para la relación  $a/c=0.55$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene un P.U. de  $2,399 \text{ kg./m}^3$ . (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 1.18%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 2.36%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 2.45%.

2) Para la relación  $a/c=0.60$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene un P.U. de  $2,418 \text{ kg./m}^3$ . (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 1.75%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 2.82%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 3.51%.

3) Para la relación  $a/c=0.65$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene un P.U. de  $2,420 \text{ kg./m}^3$ . (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 1.56%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 2.04%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 2.82%.

4) Para la relación  $a/c=0.70$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene un P.U. de  $2,427 \text{ kg./m}^3$ . (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 0.97%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 2.62%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 2.81%.

De los cuadros y gráficos VI-1.3 y VI-2.3, se observa que los valores de peso unitario del concreto están comprendidos entre  $2,340.21 \text{ kg./m}^3$  y  $2,427.32 \text{ kg./m}^3$ , es decir que se encuentran dentro del rango de pesos unitarios del concreto comúnmente usados, además se muestra la variación del peso unitario.

### **EXUDACION**

Del cuadro VI-1.4 y VI-2.4, se muestran los valores del ensayo de exudación de la mezcla del concreto obtenidos para cada T.N.M. y para cada relación  $a/c$  del presente estudio, observándose los siguientes resultados:

**Análisis Comparativo, Considerando a/c=0.55 como valor referencial.**

1) Para el T.N.M. de 1 pulg., la relación a/c=0.55 tiene una exudación de 2.56%. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene un aumento de 2.68%.
- la relación a/c=0.65 tiene un aumento de 25.72%.
- la relación a/c=0.70 tiene un aumento de 10.86%.

2) Para el T.N.M. de 3/4 pulg., la relación a/c=0.55 tiene una exudación de 2.29%. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene un aumento de 4.39%.
- la relación a/c=0.65 tiene un aumento de 22.05%.
- la relación a/c=0.70 tiene un aumento de 29.14%.

3) Para el T.N.M. de 1/2 pulg., la relación a/c=0.55 tiene una exudación de 2.0%. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene un aumento de 4.90%.
- la relación a/c=0.65 tiene un aumento de 18.96%.
- la relación a/c=0.70 tiene un aumento de 27.05%.

4) Para el T.N.M. de 3/8 pulg., la relación a/c=0.55 tiene una exudación de 2.03%. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene una disminución de 1.95%.
- la relación a/c=0.65 tiene un aumento de 14.32%.
- la relación a/c=0.70 tiene un aumento de 6.88%.

**Análisis Comparativo, Considerando el T.N.M.=1pulg. como valor referencial.**

1) Para la relación a/c=0.55, el T.N.M. de 1 pulg. tiene una exudación de 2.56%. (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 4.63%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 10.18%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 11.90%.

2) Para la relación a/c=0.60, el T.N.M. de 1 pulg. tiene una exudación de 2.63%. (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 9.21%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 20.29%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 24.39%.

3) Para la relación a/c=0.65, el T.N.M. de 1 pulg. tiene una exudación de 3.22%. (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 13.30%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 27.17%.

- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 24.39% .

4) Para la relación a/c=0.70, el T.N.M. de 1 pulg. tiene una exudación de 2.84% (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 4.02%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 11.98%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene una disminución de 23.66%.

En el grafico VI-1.4 y VI-2.4, se muestra la variación de la exudación del concreto para cada T.N.M. y relación a/c respectivamente.

### **7.3 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.**

Los análisis correspondientes de los ensayos en estado endurecido se realizo sobre la base de dos valores referenciales:

- En primer lugar se analizara como valor referencial la relación a/c=0.55 como 100%.
- En segundo lugar se analizara como valor referencial el T.N.M. de 1 pulg. como 100%.

#### **7.3.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.**

##### **7.3.1.1 VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO RESPECTO A LA EDAD.**

###### **Análisis Comparativo, para T.N.M. de 1 pulg. a 3/8 pulg.**

En el cuadro VI-1.10 (Cap. VI), se presentan los incrementos porcentuales respecto a la edad, como porcentaje de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días para las diferentes relaciones agua-cemento. Para el análisis correspondiente se tomara como referencia los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días como 100%, luego para las diferentes edades se obtendrá el porcentaje respectivo. Se puede observa que los porcentajes van incrementando conforme avanza la edad y por consiguiente la resistencia del concreto.

De los gráficos VI-1.10 al VI-1.13, se observa que en las primeras edades el incremento porcentual de la resistencia es inversamente proporcional a la relación agua-

cemento, debido a que las mezclas más ricas en cemento se desarrolla un mayor incremento de resistencia en las primeras edades.

#### **Análisis Comparativo, para relación a/c = 0.55 - 0.70.**

En el capítulo VI, se muestran los incrementos porcentuales respecto a la edad, como porcentaje de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días para las diferentes tamaños nominal máximo del presente estudio. La referencia tomada para este análisis será la resistencia a la compresión a los 28 días como 100%, para posteriormente obtener los porcentajes de las diferentes edades.

De los gráficos VI-2.10 al VI-2.13, se observa que en las primeras edades el incremento porcentual de la resistencia es inversamente proporcional al tamaño nominal máximo, debido a que las mezclas con agregado de T.N.M. menores son más ricas en cemento y por consiguiente desarrollan un mayor incremento de resistencia en las primeras edades.

#### **7.3.1.2 ANALISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.**

##### **Análisis Comparativo, Considerando a/c=0.55 como valor referencial.**

1) Para el T.N.M. de 1 pulg., la relación a/c=0.55 tiene una Resistencia a la compresión de 296.34 kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene una disminución de 3.97%.
- la relación a/c=0.65 tiene una disminución de 8.40%.
- la relación a/c=0.70 tiene una disminución de 13.71%.

2) Para el T.N.M. de 3/4 pulg., la relación a/c=0.55 tiene una Resistencia a la compresión de 310.06 kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene una disminución equivalente a 5.35%.
- la relación a/c=0.65 tiene una disminución equivalente a 9.82%.
- la relación a/c=0.70 tiene una disminución equivalente a 12.68%.

3) Para el T.N.M. de 1/2 pulg., la relación a/c=0.55 tiene una Resistencia a la compresión de 326.52 kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene una disminución equivalente a 5.50%.
- la relación a/c=0.65 tiene una disminución equivalente a 11.67%.
- la relación a/c=0.70 tiene una disminución equivalente a 15.80%.

4) Para el T.N.M. de 3/8 pulg., la relación  $a/c=0.55$  tiene una Resistencia a la compresión de  $331.59 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

- la relación  $a/c=0.60$  tiene una disminución equivalente a 4.25%.
- la relación  $a/c=0.65$  tiene una disminución equivalente a 9.98%.
- la relación  $a/c=0.70$  tiene una disminución equivalente a 14.66%.

Del análisis anterior se observa que para cada relación  $a/c$  la resistencia a la compresión se encuentra variando; mientras menor es la relación  $a/c$  la resistencia a la compresión del concreto es mayor, esta variación es independientemente del T.N.M. del agregado. En el grafico VI-1.10 se muestra la variación de la resistencia a la compresión, considerando la relación  $a/c=0.55$  como referencial.

#### **Análisis Comparativo, Considerando el T.N.M.=1pulg. como valor referencial.**

1) Para la relación  $a/c=0.55$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una Resistencia a la compresión de  $296.34 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 4.63%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 10.18%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 11.90%.

2) Para la relación  $a/c=0.60$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una Resistencia a la compresión de  $284.58 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 3.13%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 8.43%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 11.57%.

3) Para la relación  $a/c=0.65$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una Resistencia a la compresión de  $271.44 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

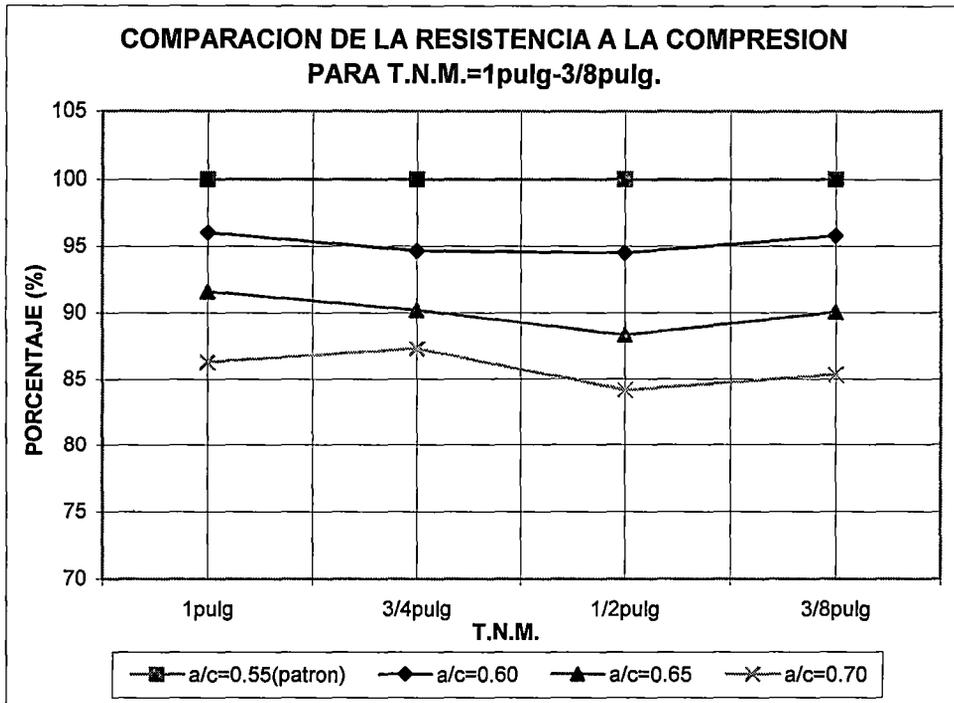
- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 3.02%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 6.26%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 9.97%.

4) Para la relación  $a/c=0.70$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una Resistencia a la compresión de  $255.72 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

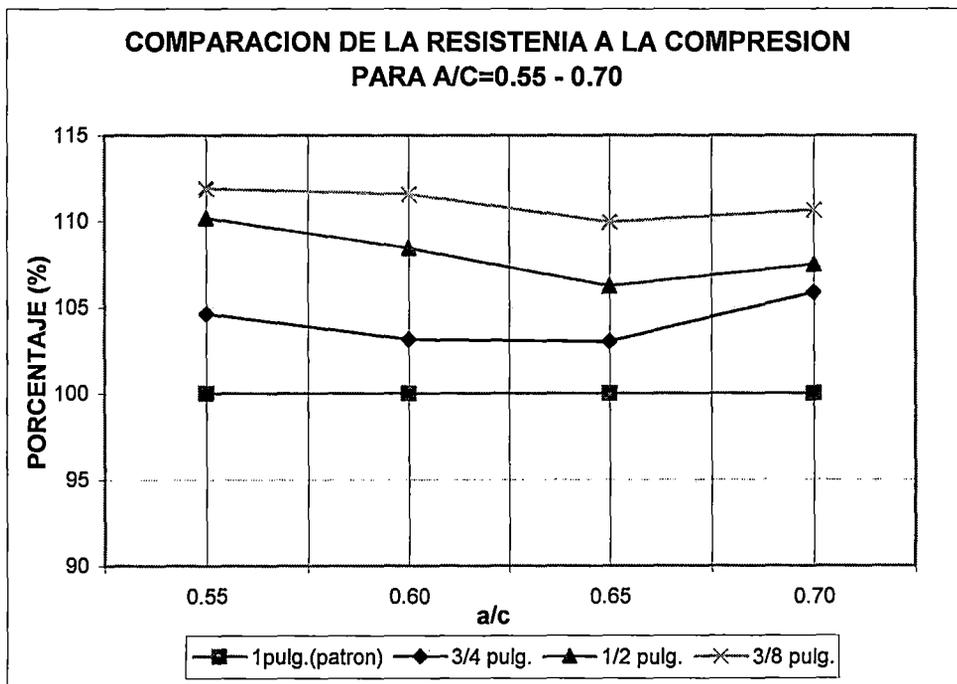
- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 5.87%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 7.51%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 10.66%.

Para el análisis anterior se concluye que para cada T.N.M. la resistencia a la compresión se encuentra variando; mientras menor es el T.N.M. la resistencia a la compresión del concreto es mayor, esta variación es independientemente de la relación  $a/c$ .

GRAFIO VII-1



CUADRO VII-2



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

### 7.3.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

En el cuadro VI-1.6 y VI-2.6, se presentan los resultados de la resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto al T.N.M. y a la relación a/c. Para la elaboración del presente análisis se considera a una edad del concreto a los 28 días.

#### **Análisis Comparativo, Considerando a/c=0.55 como valor referencial.**

1) Para el T.N.M. de 1 pulg., la relación a/c=0.55 tiene una Resistencia a la tracción por compresión diametral de 29 kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene una disminución equivalente a 5.69%.
- la relación a/c=0.65 tiene una disminución equivalente a 10.51%.
- la relación a/c=0.70 tiene una disminución equivalente a 16.74%.

2) Para el T.N.M. de 3/4 pulg., la relación a/c=0.55 tiene una Resistencia a la tracción por compresión diametral de 30.16 kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene una disminución de 8.32%.
- la relación a/c=0.65 tiene una disminución de 13.43%.
- la relación a/c=0.70 tiene una disminución de 19.98%.

3) Para el T.N.M. de 1/2 pulg., para la relación a/c=0.55 tiene una Resistencia a la tracción por compresión diametral de 32.45 kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene una disminución de 11.16%.
- la relación a/c=0.65 tiene una disminución de 15.39% .
- la relación a/c=0.70 tiene una disminución de 20.50%.

4) Para el T.N.M. de 3/8 pulg., para la relación a/c=0.55 tiene una Resistencia a la tracción por compresión diametral de 33.56 kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).

- la relación a/c=0.60 tiene una disminución equivalente a 7.24%.
- la relación a/c=0.65 tiene una disminución equivalente a 14.81%.
- la relación a/c=0.70 tiene una disminución equivalente a 19.62%.

#### **Análisis Comparativo, Considerando el T.N.M.=1pulg. como valor referencial.**

1) Para la relación a/c=0.55, el T.N.M. de 1 pulg. tiene una Resistencia a la tracción por compresión diametral de 29.00 kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 4.00%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 11.92%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 15.72%.

2) Para la relación  $a/c=0.60$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una Resistencia a la tracción por compresión diametral de  $27.35 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 1.11%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 5.44%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 13.83%.

3) Para la relación  $a/c=0.65$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una Resistencia a la tracción por compresión diametral de  $25.95 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 0.61%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 5.83%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 10.16%.

4) Para la relación  $a/c=0.70$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene una Resistencia a la tracción por compresión diametral de  $24.14 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 5.87%.
- el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 7.51%.
- el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 10.66%.

Del presente ensayo se obtiene que mientras menor es la relación  $a/c$  la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto es mayor, esta variación es independientemente del T.N.M. del agregado presente en el concreto.

### 7.3.3 MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO

Para el análisis usaremos el cuadro VI-1.7y VI-2.7, donde se presentan los resultados del modulo elástico estático con respecto al T.N.M. y a la relación  $a/c$ . Para la elaboración del presente análisis se considera el concreto a los 28 días de edad.

#### **Análisis Comparativo, Considerando $a/c=0.55$ como valor referencial.**

1) Para el T.N.M. de 1 pulg., la relación  $a/c=0.55$  tiene como Modulo Elástico estático  $2.32 \times 10^5 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

- la relación  $a/c=0.60$  tiene una disminución de 2.13%.
- la relación  $a/c=0.65$  tiene una disminución de 5.91%.
- la relación  $a/c=0.70$  tiene una disminución de 4.94%.

2) Para el T.N.M. de 3/4 pulg., la relación  $a/c=0.55$  que tiene como Modulo Elástico estático  $2.43 \times 10^5 \text{ kg./cm}^2$ . (100% referencial).

- la relación  $a/c=0.60$  tiene una disminución de 7.00%.
  - la relación  $a/c=0.65$  tiene una disminución de 11.93%.
  - la relación  $a/c=0.70$  tiene una disminución de a 8.64%.
- 3) Para el T.N.M. de 1/2 pulg., la relación  $a/c=0.55$  tiene como Modulo Elástico estático  $2.34 \times 10^5$  kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).
- la relación  $a/c=0.60$  tiene una disminución de 1.71%.
  - la relación  $a/c=0.65$  tiene una disminución de 5.56%.
  - la relación  $a/c=0.70$  tiene una disminución de 6.84%.
- 4) Para el T.N.M. de 3/8 pulg., la relación  $a/c=0.55$  tiene como Modulo Elástico estático  $2.38 \times 10^5$  kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).
- la relación  $a/c=0.60$  tiene una disminución de 4.62%.
  - la relación  $a/c=0.65$  tiene una disminución de 5.04%.
  - la relación  $a/c=0.70$  tiene una disminución de 7.14%.

**Análisis Comparativo, Considerando el T.N.M.=1pulg. como valor referencial.**

- 1) Para la relación  $a/c=0.55$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene como Modulo Elástico estático  $2.32 \times 10^5$  kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).
- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 4.97%.
  - el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 1.08%.
  - el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 2.81%.
- 2) Para la relación  $a/c=0.60$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene como Modulo Elástico estático  $2.27 \times 10^5$  kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).
- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 0.25%.
  - el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 1.51%.
  - el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 0.19%.
- 3) Para la relación  $a/c=0.65$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene como Modulo Elástico estático  $2.18 \times 10^5$  kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).
- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene una disminución de 3.02%.
  - el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene un aumento de 1.46%.
  - el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 3.76%.
- 4) Para la relación  $a/c=0.70$ , el T.N.M. de 1 pulg. tiene como Modulo Elástico estático  $2.20 \times 10^5$  kg./cm<sup>2</sup>. (100% referencial).
- el T.N.M. de 3/4 pulg. tiene un aumento de 0.88%.
  - el T.N.M. de 1/2 pulg. tiene una disminución de 0.94%.
  - el T.N.M. de 3/8 pulg. tiene un aumento de 0.42%.

**CUADRO COMPARATIVO ENTRE LA NORMA ASTM 469 Y LA NORMA PERUANA E-60  
DEL MODULO ELASTICO ESTATICO (M.E.E.)**

**CUADRO VII-1**

T.N.M.	RELACION	RESISTENCIA COMPRESION	NORMA ASTM LABORATORIO		NORMA PERUNA $15,000x(F'c)^{1/2}$	
			x10 <sup>3</sup> kg./cm <sup>2</sup>	%	x10 <sup>3</sup> kg./cm <sup>2</sup>	% referencial
1pulg	0.55	305.13	2.32	88.35	2.62	100.00
	0.60	288.77	2.27	88.89	2.55	100.00
	0.65	268.80	2.18	88.57	2.46	100.00
	0.70	256.91	2.20	91.53	2.40	100.00
3/4pulg	0.55	320.18	2.43	90.40	2.68	100.00
	0.60	300.34	2.26	86.89	2.60	100.00
	0.65	277.28	2.14	85.64	2.50	100.00
	0.70	278.43	2.22	88.77	2.50	100.00
1/2pulg	0.55	329.55	2.34	86.10	2.72	100.00
	0.60	299.79	2.30	88.56	2.60	100.00
	0.65	269.24	2.21	89.66	2.46	100.00
	0.70	280.18	2.18	86.84	2.51	100.00
3/8pulg	0.55	337.83	2.38	86.37	2.76	100.00
	0.60	318.30	2.27	84.71	2.68	100.00
	0.65	301.05	2.26	86.96	2.60	100.00
	0.70	279.55	2.21	88.23	2.51	100.00

**% referencial** : es el modulo elastico estatico que se toma como referencia.

**%** : es el valor obtenido en base al % referencial.

Tanto para la variación de la relación  $a/c$  como para el T.N.M. del concreto el módulo elástico del concreto no presenta una tendencia clara como en el caso del ensayo de la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción por compresión diametral, por tal motivo se recomienda la realización de un estudio sobre el comportamiento del concreto para el módulo elástico estático

### **NORMA PERUANA E-60**

En la práctica generalmente el valor del M.E.E. se obtiene aplicando las fórmulas de la Norma Peruana E-60, utilizando para ello el valor de la resistencia a la compresión ( $f'c$ ).

En el cuadro VII-1 presentamos las comparaciones respectivas, en la cual se obtiene que experimentalmente se puede verificar que la fórmula de la Norma Peruana E-60, para el cálculo del Módulo Elástico estático da valores muy cercanos a los valores obtenidos en el laboratorio con la Norma ASTM 469-C-94.

# **CAPITULO VIII**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

## **CAPITULO VIII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **8.1 GENERALIDADES.**

El objetivo fundamental del presente estudio titulado " ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI", es la de analizar y cuantificar el grado de influencia del tamaño máximo del agregado grueso, en la resistencia mecánica del concreto.

Para la elaboración de la presente investigación se elaboro concretos plásticos con las siguientes características:

Agregado Fino: Arena Gruesa con un Modulo de Finura de 3.19.

Agregado Grueso: Piedra chancada triturada de tipo angular y con Tamaño Nominal Máximo variable de 1 pulg., 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg.

Agregado Global: La relación optima de los agregados, de acuerdo al T.N.M. del Aglomerante: Cemento Pórtland tipo I, marca Sol.

Relación agua/cemento (a/c): Se realizo para cuatro relaciones: 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.

En todos los diseños de mezclas se mantiene constante la relación agua/cemento de cada T.N.M. del agregado grueso, asi mismo el asentamiento de diseño debe encontrarse entre 3 pulg. y 4 pulg.

Los ensayos que se efectuaron en el presente estudio del concreto en estado fresco son: Consistencia, Fluidéz, Peso Unitario y Exudación; y en estado endurecido son la Resistencia a la Compresión, Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral y el Modulo Elástico Estático. La totalidad de las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Construcción de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, durante los meses de Diciembre a Abril, a una temperatura de 22 °C a 28 °C.

## 8.2 CONCLUSIONES.

1. Los agregados usados se encuentran dentro de los requisitos granulométricos de las Normas ITINTEC, de acuerdo a los resultados obtenidos en el Anexo A del presente estudio; tanto para los agregados en forma independiente como para el agregado global resultante de la combinación de los agregados.
2. Con las características logradas de los materiales se obtuvo relaciones de proporción de los agregados en la mezcla para cada T.N.M. del agregado grueso; es así como para el T.N.M de 1 pulg. el porcentaje optima final del agregado grueso es de 51 %, para el T.N.M. de 3/4 pulg. es de 52%, para el T.N.M. de 1/2 pulg. es de 52%, mientras para el T.N.M. de 3/8 pulg. es de 54%. Mientras menor es el T.N.M. del agregado grueso, el porcentaje de su participación en la combinación de los agregados es mayor.

Los porcentajes finales representan el mayor peso unitario global de los agregados, así como una mayor resistencia a la compresión en una mezcla de concreto de prueba.

3. El volumen del agua requerido en las mezclas de concreto se encuentra por encima de las tablas del ACI., debido a que esta metodología no toma en cuenta las características de los agregados y del cemento. Como aporte a la presente investigación proponemos un grafico (ver grafico C-17) que aproxima un valor de volumen de agua para un diseño preliminar.

Considerando la investigación del Ing. José Luis Alarcón Soldevilla "Estudio del Concreto de Mediana a Alta Resistencia variando el Tamaño Máximo del Agregado grueso de tipo angular, con CPTI", (relación agua/cemento de 0.40 a 0.55) y la presente investigación, se ha determinado la grafica VIII-1, donde se proponen las curvas para la determinación del agua en 1 m<sup>3</sup> de concreto en las relaciones agua/cemento de 0.40 a 0.70, para los T.N.M. del agregado grueso de 1pulg., 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg.

4. En el diseño de mezcla se obtiene las siguientes comparaciones:

- ❖ Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), la cantidad de **cemento** aumenta en 106%, 112% y 117% por  $m^3$  de concreto como promedio a medida que el T.N.M del agregado grueso se reduce a 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. de su respectivo patrón.
- ❖ Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), la cantidad de **agua** aumenta en 106%, 112% y 117% por  $m^3$  de concreto como promedio a medida que el T.N.M del agregado grueso se reduce a 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. de su respectivo patrón.
- ❖ Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), la cantidad del **agregado grueso** (piedra chancada) disminuye en 98%, 96% y 95% por  $m^3$  de concreto como promedio a medida que el T.N.M del agregado grueso se reduce a 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. de su respectivo patrón.
- ❖ Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), la cantidad del **agregado fino** (arena gruesa) disminuye en 95%, 91% y 85% por  $m^3$  de concreto como promedio a medida que el T.N.M del agregado grueso se reduce a 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. de su respectivo patrón.

5. La fluidez del concreto en estado fresco con un agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. y para las relaciones a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70 son 86.67%, 90.33%, 93.00% y 99.33% respectivamente.

Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), los porcentajes respectivos para los T.N.M. de 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. son:

- ❖ Para la relación a/c=0.55, el 93%, 87% y 82%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.60, el 92%, 90% y 77%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.65, el 94%, 88% y 82%., respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.70, el 95%, 84% y 82%, respectivamente.

La fluidez disminuye a medida que va reduciéndose el T.N.M. del agregado grueso a 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. representando aproximadamente el 94%, 87% y 81% respectivamente de la muestra patrón.

6. El peso unitario del concreto en estado fresco con un agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. y para las relaciones a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70 son 2399 kg./m<sup>3</sup>, 2418kg./m<sup>3</sup>, 2420 kg./m<sup>3</sup> y 2427 kg./m<sup>3</sup> respectivamente.

Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), los porcentajes respectivos para los T.N.M. de 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. son:

- ❖ Para la relación a/c=0.55, el 98%, 97% y 97%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.60, el 98%, 97% y 96%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.65, el 98%, 97% y 87%., respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.70, el 99%, 97% y 97%, respectivamente.

El peso unitario disminuye un pequeño porcentaje a medida que va reduciéndose el T.N.M. del agregado grueso a 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. representando aproximadamente el 98.6%, 97.5% y 97.1 respectivamente de la muestra patrón.

7. La **exudación** del concreto en estado fresco con un agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. y para las relaciones a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70 son 2.56 %, 2.63%, 3.22% Y 2.84 % respectivamente.

Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), los porcentajes respectivos para los T.N.M. de 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. son:

- ❖ Para la relación a/c=0.55, el 89%, 78% y 79%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.60, el 91%, 79% y 76%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.65, el 87%, 74% y 72%., respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.70, el 104%, 89% y 76%, respectivamente.

La exudación disminuye a medida que va reduciéndose el T.N.M. del agregado grueso a 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. representando aproximadamente el 92%, 80% y 75% respectivamente de la muestra patrón.

8. La **Resistencia a la Compresión** del concreto endurecido a los 28 días de edad con un agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. y para las relaciones a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70 son 296 kg./cm<sup>2</sup>, 284 kg./cm<sup>2</sup>, 271 kg./cm<sup>2</sup> y 255 kg./cm<sup>2</sup> respectivamente.

Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), los porcentajes respectivos para los T.N.M. de 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. son:

- ❖ Para la relación a/c=0.55, el 105%, 110% y 112%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.60, el 103%, 108% y 112%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.65, el 103%, 106% y 110%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.70, el 106%, 108% y 111%, respectivamente.

La Resistencia a la Compresión aumenta a medida que va reduciéndose el T.N.M. del agregado grueso a 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. representando aproximadamente el 104.1%, 108.2% y 111% respectivamente de la muestra patrón. Es decir que cuando disminuye el T.N.M. del agregado grueso la resistencia a la compresión aumenta a razón de 4% en promedio con respecto a la muestra patrón del T.N.M. de 1 pulg.

9. La **Resistencia a la Compresión** del concreto endurecido a los 28 días de edad con una relación a/c de 0.55 y para el T.N.M. de 1 pulg., 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. son 296 kg./cm<sup>2</sup>, 310 kg./cm<sup>2</sup>, 326 kg./cm<sup>2</sup> y 331 kg./cm<sup>2</sup> respectivamente.

Considerando al concreto con una relación a/c=0.55 como patrón (100%), la resistencia a la compresión disminuye a medida que va incrementándose la relación a/c a 0.60, 0.65 y 0.70 representando aproximadamente el 95%, 90% y 86% respectivamente de la muestra patrón. Es decir que cuando aumenta la relación a/c la resistencia a la compresión disminuye a razón de 5% en promedio con respecto a la muestra patrón de a/c=0.55.

10. De acuerdo a los Estudios realizados en la tesis del Ing. José Luis Alarcón Soldevilla "Estudio del Concreto de Mediana a Alta Resistencia variando el Tamaño Máximo del Agregado grueso de tipo angular, con CPTI", (relación agua/cemento de 0.40 a 0.55) y la presente investigación, se ha determinado las curvas VIII-3, VIII-4, VIII-5, y VIII-6.

También se ha propuesto la curva promedio (Grafico VIII-7) que mejor describe el comportamiento entre la resistencia a la compresión ( $f'c$ ) y la relación agua/cemento (para las relaciones a/c de 0.40 a 0.70) la cual corresponde a una curva exponencial cuya forma para los diferentes tamaños máximos de los agregados gruesos son:

- Para el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg.  $f'c = 750.39Xe^{-1.4251(a/c)}$
- Para el agregado grueso de T.N.M. de 3/4 pulg.  $f'c = 708.16Xe^{-1.3775(a/c)}$
- Para el agregado grueso de T.N.M. de 1/2 pulg.  $f'c = 670.62Xe^{-1.3411(a/c)}$
- Para el agregado grueso de T.N.M. de 3/8 pulg.  $f'c = 632.52Xe^{-1.3126(a/c)}$

11. En la grafica VIII-2 se propone una curva de la cantidad de cemento (en bolsas) por m<sup>3</sup> de concreto para cada T.N.M. del agregado grueso (1pulg., 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg.), obtenida de la investigación del Ing. José Luis Alarcón Soldevilla "Estudio del Concreto de Mediana a Alta Resistencia variando el Tamaño Máximo del Agregado grueso de tipo angular, con CPTI", (relación agua/cemento de 0.40 a 0.55) y del presente estudio.

12. La **Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral** del concreto endurecido a los 28 días de edad con un agregado grueso de T.N.M. de 1pulg. y para las relaciones a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70 son 29 kg./cm<sup>2</sup>, 27 kg./cm<sup>2</sup>, 26 kg./cm<sup>2</sup> y 24kg./cm<sup>2</sup> respectivamente.

Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), los porcentajes respectivos para los T.N.M. de 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. son:

- ❖ Para la relación a/c=0.55, el 104%, 112% y 116%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.60, el 101%, 105% y 114%, respectivamente.
- ❖ Para la relación a/c=0.65, el 101%, 106% y 110%., respectivamente.

- ❖ Para la relación  $a/c=0.70$ , el 100%, 107% y 112%, respectivamente.

La Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral aumenta a medida que va reduciéndose el T.N.M. del agregado grueso a 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. representando aproximadamente el 102%, 107% y 113% respectivamente de la muestra patrón. Es decir que cuando disminuye el T.N.M. del agregado grueso la resistencia a la tracción por compresión disminuye aumenta a razón de 5.5% en promedio con respecto a la muestra patrón del T.N.M. de 1 pulg.

13. Del análisis del concreto en estado endurecido se resuelve que la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral es aproximadamente entre 8% a 9% de la Resistencia a la Compresión, para un mismo diseño de mezcla a la edad de 28 días del concreto. Esta conclusión es independiente de la relación agua/cemento y del tamaño nominal máximo del agregado grueso.
14. El **Modulo Elástico Estático** del concreto endurecido a los 28 días de edad con un agregado grueso de T.N.M. de 1pulg. y para las relaciones  $a/c$  de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70 son  $2.32 \times 10^{-5} \text{kg./cm}^2$ ,  $2.27 \times 10^{-5} \text{kg./cm}^2$ ,  $2.18 \times 10^{-5} \text{kg./cm}^2$ ,  $2.20 \times 10^{-5} \text{kg./cm}^2$  respectivamente.

Considerando al concreto con el agregado grueso de T.N.M. de 1 pulg. como patrón (100%), los porcentajes respectivos para los T.N.M. de 3/4 pulg., 1/2 pulg. y 3/8 pulg. son:

- ❖ Para la relación  $a/c=0.55$ , el 105%, 101% y 103%, respectivamente.
- ❖ Para la relación  $a/c=0.60$ , el 100%, 102% y 100%, respectivamente.
- ❖ Para la relación  $a/c=0.65$ , el 98%, 101% y 104%., respectivamente.
- ❖ Para la relación  $a/c=0.70$ , el 101%, 99% y 100%, respectivamente.

Se observa una leve tendencia del aumento del Modulo Elástico Estático cuando disminuye el tamaño nominal máximo representando aproximadamente el 101%, 100% y 102% respectivamente de la muestra patrón. La cantidad mínima de pruebas de este ensayo no permite obtener una tendencia para el Tamaño Nominal Máximo.

15. La resistencia a la compresión respecto a la edad del concreto presenta la siguiente característica: mientras menor es el tamaño nominal máximo del agregado grueso el concreto alcanza un mayor porcentaje de resistencia.

A la edad de 7 días la variación porcentual para los T.N.M del agregado grueso de 1 pulg. a 3/8 pulg. son 100% a 105%, comparados con una muestra patrón (T.N.M. de 1 pulg.)

A la edad de 14 días la variación porcentual para los T.N.M del agregado grueso de 1 pulg. a 3/8 pulg. son 100% a 113%, comparados con una muestra patrón (T.N.M. de 1 pulg.).

16. Del análisis económico (Anexo F) se concluye que:

- ❖ Para el T.N.M. de 1 pulg. del agregado grueso al incrementar  $10 \text{ kg/cm}^2$  en la resistencia a la compresión del concreto el costo en materiales aumenta en 5\$ americanos.
- ❖ Para el T.N.M. de 3/4 pulg. del agregado grueso al incrementar  $10 \text{ kg/cm}^2$  en la resistencia a la compresión del concreto el costo en materiales aumenta en 6\$ americanos.
- ❖ Para el T.N.M. de 1/2 pulg. del agregado grueso al incrementar  $10 \text{ kg/cm}^2$  en la resistencia a la compresión del concreto el costo en materiales aumenta en 6\$ americanos.
- ❖ Para el T.N.M. de 3/8 pulg. del agregado grueso al incrementar  $10 \text{ kg/cm}^2$  en la resistencia a la compresión del concreto el costo en materiales aumenta en 7.5\$ americanos.

### **8.3 RECOMENDACIONES.**

1. En el presente estudio las características de la arena fina se encontraron al límite de la curva M de los requisitos granulométricos del Agregado Fino, por tanto al ser una situación que suele presentarse se recomienda exigir a los encargados de la explotación de canteras de agregados en nuestro medio a realizar periódicamente un control de calidad de los agregados en la explotación de las canteras, para obtener un material adecuado para un buen concreto.

2. De los resultados obtenidos en el concreto en estado fresco, se recomienda usar agregado grueso de tamaño nominal menores para mejorar la trabajabilidad en el concreto, ya que estos concretos poseen menor porcentaje de fluidez.
3. Del análisis del estudio económico (Anexo F) se recomienda el uso del T.N.M. del agregado grueso de 1 pulg. en concretos con una resistencia a la compresión menor de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo para valores con una resistencia a la compresión mayores de 280 kg/cm<sup>2</sup> económicamente es recomendable el uso del T.N.M. del agregado grueso de 3/4 y 1/2 pulg. El uso del T.N.M. del agregado grueso de 3/8 pulg. es perjudicial económicamente para relaciones de baja a mediana resistencia a la compresión.
4. El tamaño nominal máximo del agregado grueso se encuentra relacionado con la resistencia del concreto, es decir mientras menor es el T.N.M. del agregado grueso la resistencia a la compresión es mayor, para obtener un mayor análisis sobre este aspecto se recomienda que exista otros estudios de mayor y menor tamaño nominal máximo del agregado grueso.
5. Las tablas y relaciones obtenidas en el presente estudio es consecuencia de un determinado tipo de cemento y de las características de los agregados, por lo que es recomendable la utilización de dichos resultados cuando los materiales ha utilizar en obra responden o asemejan a estas consideraciones y hacer uso de esta información para efectos de diseño preliminar de concreto. El diseño final tiene que basarse en la experiencia del constructor y en los resultados del laboratorio.
6. Es necesario indicar que las investigaciones deben continuarse y ahondarse aun más, ya que al fin de este estudio surgen otros puntos que deberían investigarse, tales como:
  - ❖ Estudio del concreto variando el tamaño máximo del agregado de tipo redondeado con CPT I.
  - ❖ Estudio del concreto variando el tamaño máximo de los agregado de tipo angular con otra marca y tipo de cemento.

- ❖ Estudio del concreto variando el tamaño máximo del agregado de tipo redondeado con otra marca y tipo de cemento.

Todos estos ensayos deberá realizarse con materiales que tengan las mismas características o similares al presente estudio.

**CUADROS Y GRAFICOS  
DE CONCLUSIONES**

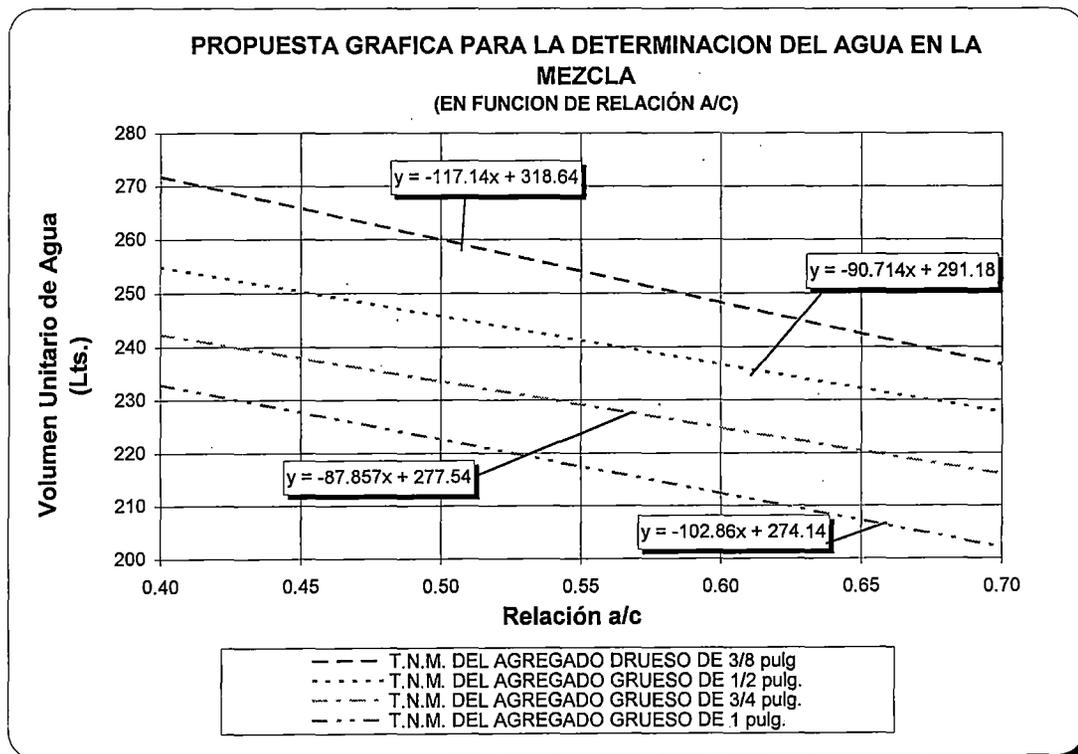
## VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA PARA T.N.M. DEL AGREGADO GRUESO DE 1 pulg. - 3/8 pulg.

CUADRO VIII-1

VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA (Lts./m <sup>3</sup> )							
T.N.M.	Relación agua/cemento						
	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
1 pulg.	236.00	228.00	221.00	215.00	210.00	208.00	205.00
3/4 pulg.	245.00	238.00	233.00	225.50	223.00	222.00	218.00
1/2 pulg.	258.00	250.00	244.00	239.00	235.00	233.00	230.00
3/8 pulg.	273.00	266.00	260.00	252.50	247.00	243.00	238.00

- \* Los valores de a/c=0.40 a 0.50 son tomados de la tesis: "Estudio del Concreto de mediana a alta Resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo angular, con CPTI".
- \* La relación a/c=0.55 es el resultado del promedio del valor obtenido en la tesis del Ing. José Luis Alarcón Solevilla y del presente estudio.

GRAFICO VIII-1



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## BOLSA DE CEMENTO PARA T.N.M. DEL AGREGADO GRUESO DE 1 pulg. - 3/8 pulg.

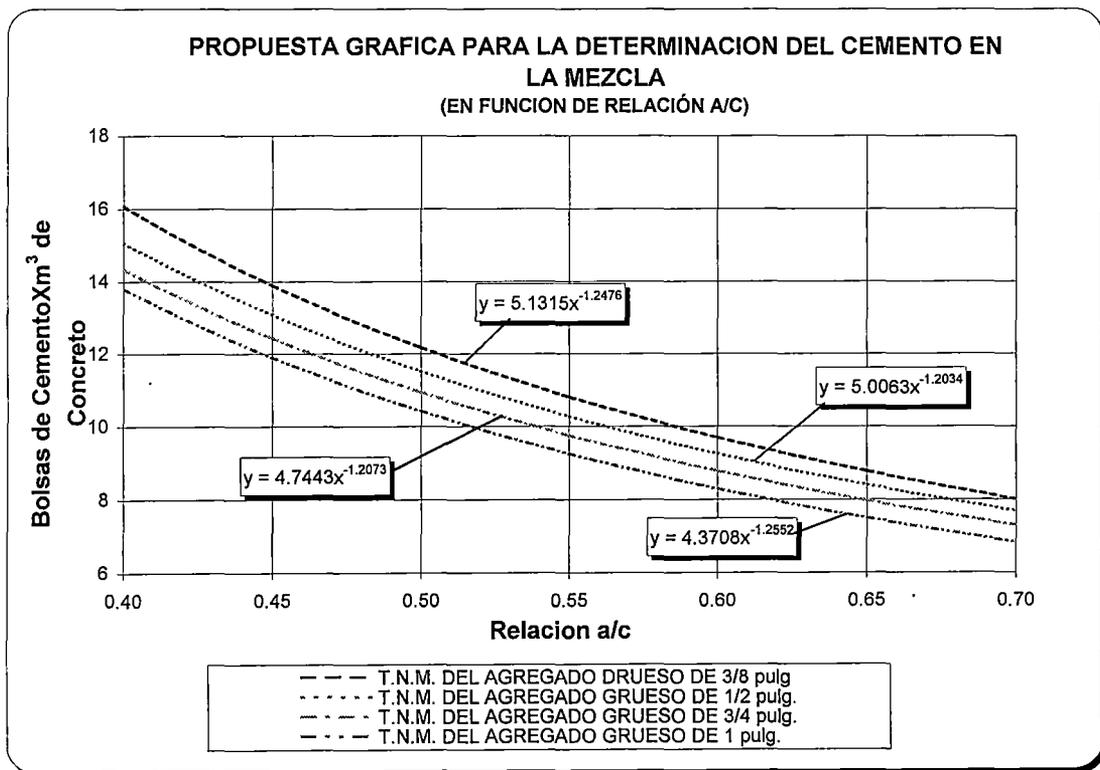
CUADRO VIII-2

BOLSA DE EMENTO POR M3 DE CONCRETO							
T.N.M.	Relación agua/cemento						
	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
1.00	13.88	11.92	10.40	9.20	8.24	7.53	6.89
0.75	14.41	12.44	10.96	9.65	8.75	8.04	7.33
0.50	15.18	13.07	11.48	10.22	9.22	8.43	7.73
0.38	16.06	13.91	12.24	10.80	9.69	8.80	8.00

\* Los valores de a/c=0.40 a 0.50 son tomados de la tesis: "Estudio del Concreto de mediana a alta Resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo angular, con CPTI" .

\* La relación a/c=0.55 es el resultado del promedio del valor obtenido en la tesis del Ing. José Luis Alarcón Solevilla y del presente estudio.

GRAFICO VIII-2



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

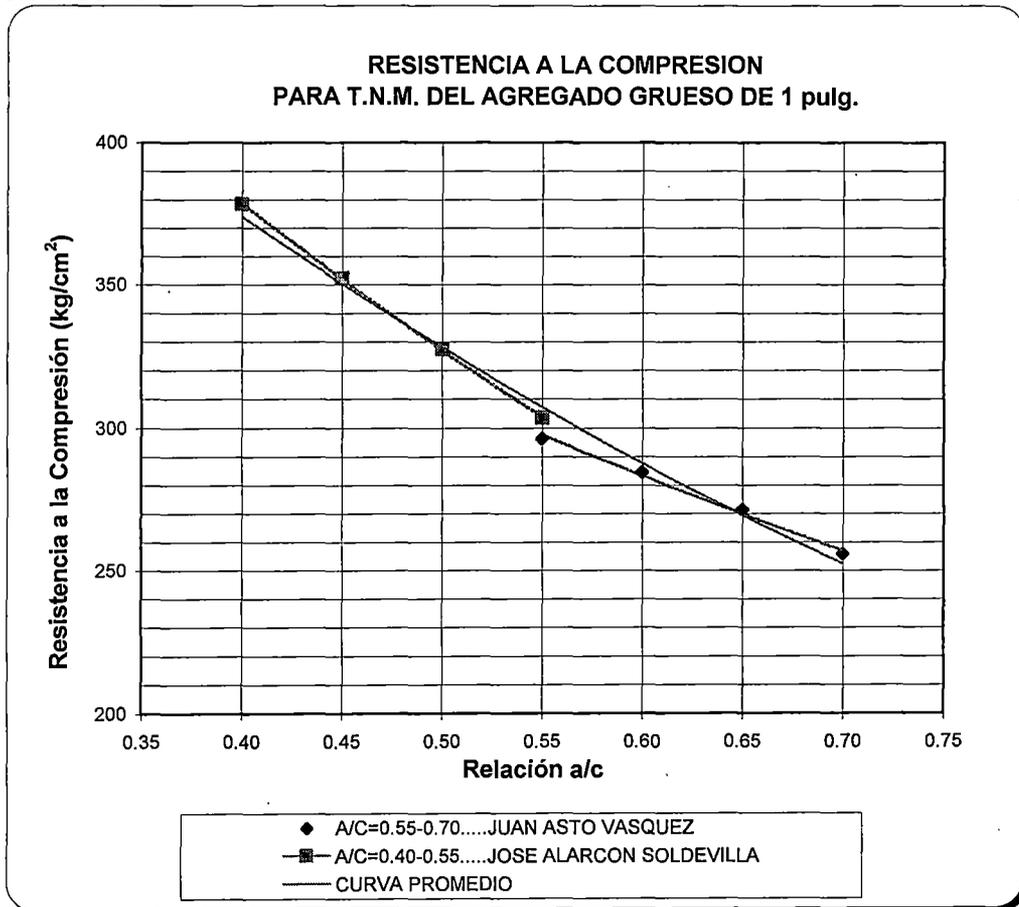
## RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. DEL AGREGADO GRUESO DE 1 pulg.

CUADRO VIII-3

TESIS: JUAN ALBERTO ASTO VASQUEZ.				
Relación : a/c	0.55	0.60	0.65	0.70
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	296.34	284.58	271.44	255.72

TESIS: JOSE LUIS ALARCON SOLDEVILLA				
Relación : a/c	0.40	0.45	0.50	0.55
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	378.46	352.25	327.48	303.55

GRAFICO VIII-3



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

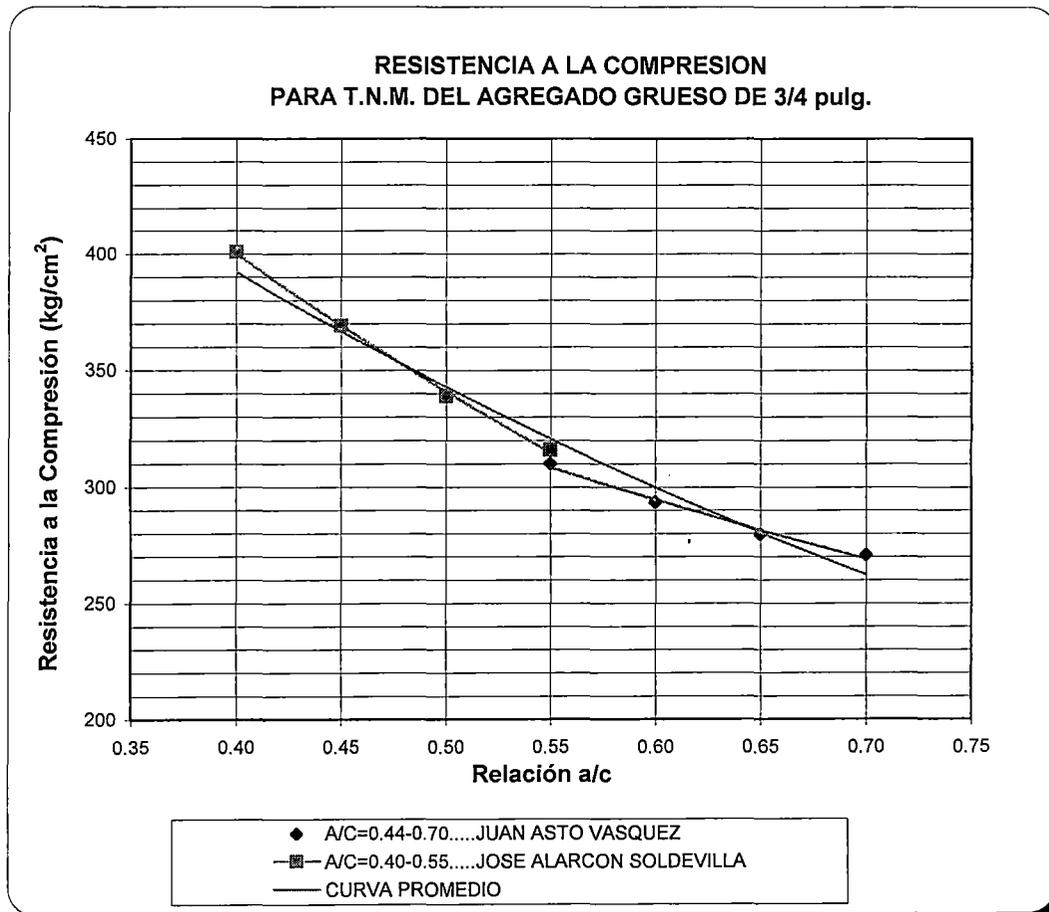
## RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. DEL AGREGADO GRUESO DE 3/4 pulg.

CUADRO VIII-4

TESIS: JUAN ALBERTO ASTO VASQUEZ.				
Relación : a/c	0.55	0.60	0.65	0.70
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	310.06	293.48	279.63	270.74

TESIS: JOSE LUIS ALARCON SOLDEVILLA				
Relación : a/c	0.40	0.45	0.50	0.55
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	400.89	369.14	339.12	316.16

GRAFICO VIII-4



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

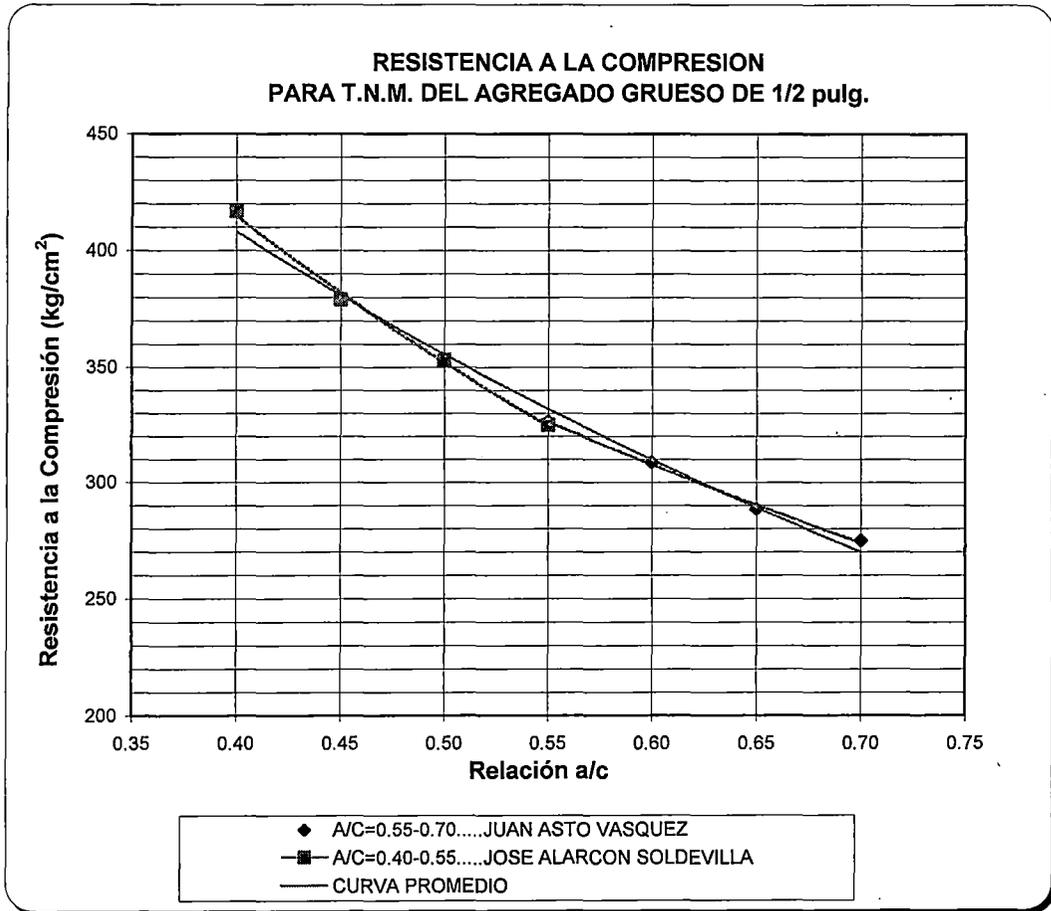
## RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. DEL AGREGADO GRUESO DE 1/2 pulg.

CUADRO VIII-5

TESIS: JUAN ALBERTO ASTO VASQUEZ.				
Relación : a/c	0.55	0.60	0.65	0.70
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	326.52	308.57	288.42	274.93

TESIS: JOSE LUIS ALARCON SOLDEVILLA				
Relación : a/c	0.40	0.45	0.50	0.55
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	416.65	379.05	353.09	324.82

GRAFICO VIII-5



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

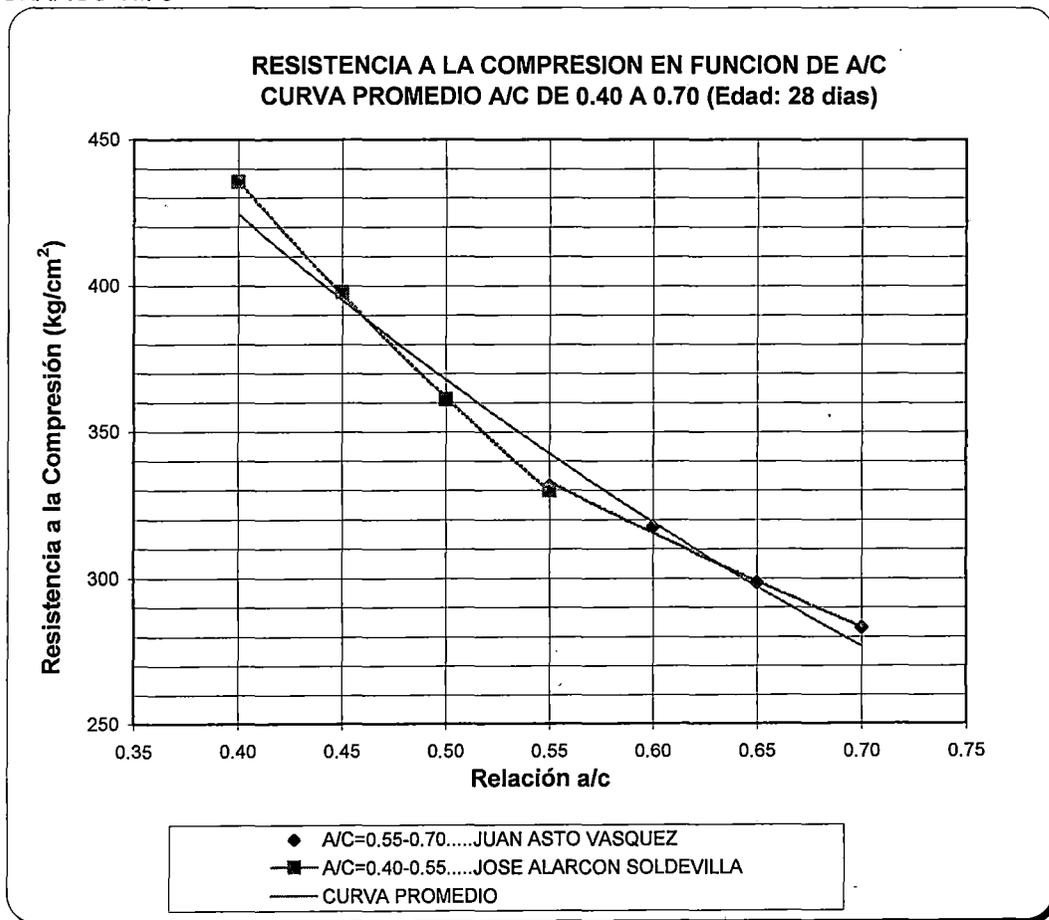
## RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. DEL AGREGADO GRUESO DE 3/8 pulg.

CUADRO VIII-6

TESIS: JUAN ALBERTO ASTO VASQUEZ				
Relación : a/c	0.55	0.60	0.65	0.70
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	331.59	317.51	298.51	282.99

TESIS: JOSE LUIS ALARCON SOLDEVILLA				
Relación : a/c	0.40	0.45	0.50	0.55
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	435.36	397.80	361.07	329.97

GRAFICO VIII-6



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. DEL AGREGADO GRUESO DE 1 pulg. - 3/8 pulg.

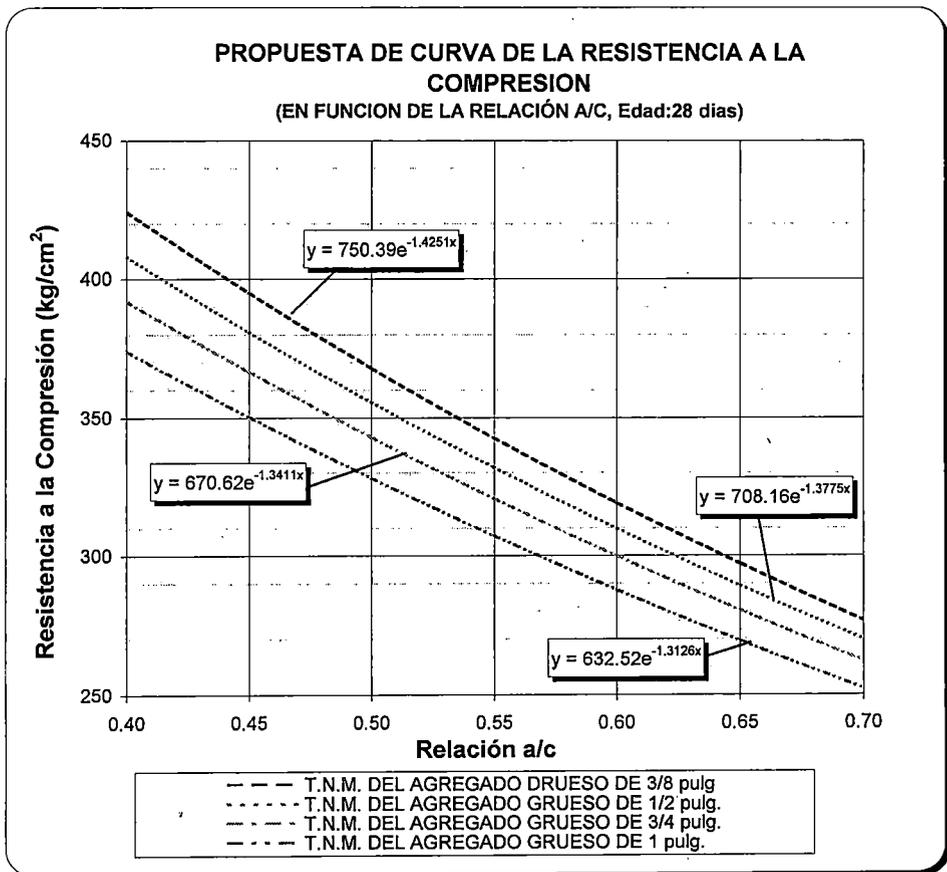
CUADRO VIII-7

RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> ) Edad: 28 dias							
T.N.M.	Relación agua/cemento						
	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
1 pulg.	378.46	352.25	327.48	299.95	284.58	271.44	255.72
3/4 pulg.	400.89	369.14	339.12	313.11	293.48	279.63	270.74
1/2 pulg.	416.65	379.05	353.09	325.67	308.57	288.42	274.93
3/8 pulg.	435.36	397.80	361.07	330.78	317.51	298.51	282.99

\* Los valores de a/c=0.40 a 0.50 son tomados de la tesis: "Estudio del Concreto de mediana a alta Resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo angular, con CPTI" .

\* La relación a/c=0.55 es el resultado del promedio del valor obtenido en la tesis del Ing. José Luis Alarcón Solevilla y del presente estudio.

GRAFICO VIII-7

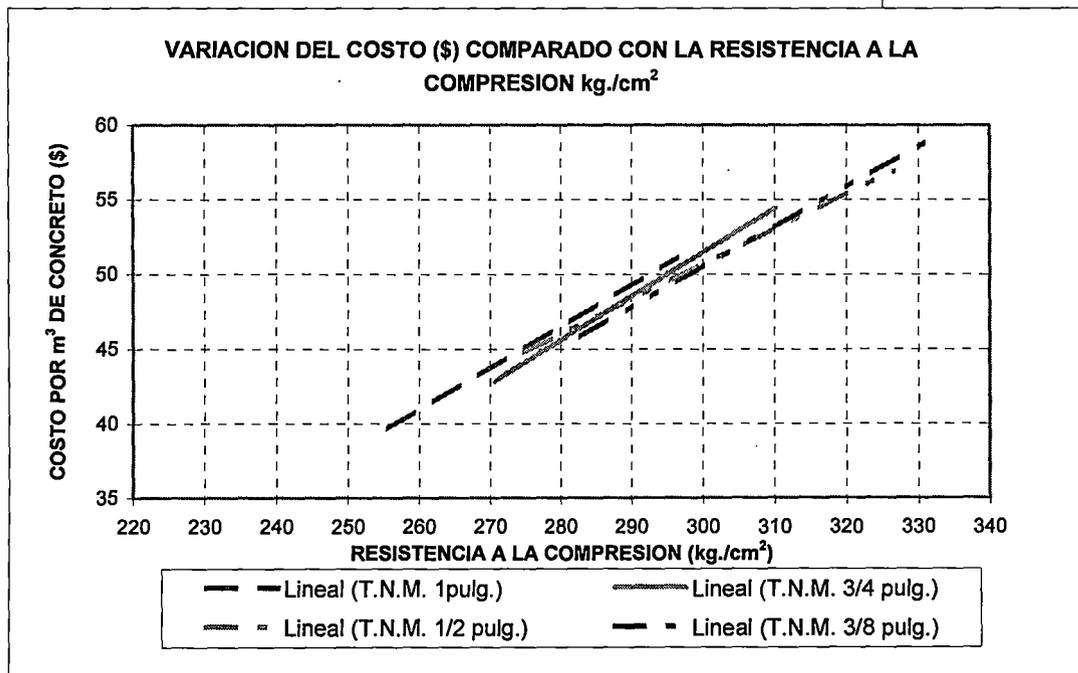


Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION Y COSTO DE MATERIALES POR 1m<sup>3</sup> DE CONCRETO

TNM	RELACION	RESISTENCIA A LA COMPRESION	P.U.	P.U.
	a/c	kg./cm <sup>2</sup>	(Soles)	(Dolares)
1 pulg.	0.70	255.72	140.94	40.267
	0.65	271.44	152.21	43.488
	0.60	284.58	164.68	47.052
	0.55	296.34	181.66	51.904
3/4 pulg.	0.70	270.74	148.51	42.431
	0.65	279.63	161.00	46.001
	0.60	293.48	173.54	49.583
	0.55	310.06	189.85	54.243
1/2 pulg.	0.70	274.93	156.40	44.686
	0.65	288.42	168.80	48.227
	0.60	308.57	182.58	52.167
	0.55	326.52	200.37	57.248
3/8 pulg.	0.70	282.99	161.10	46.030
	0.65	298.51	175.11	50.032
	0.60	317.51	190.79	54.511
	0.55	331.59	208.58	59.595

NOTA: La Resistencia considerada es a la edad de 28 dias del Concreto.



**OBSERVACION:**

- 1.- Para Resistencia a la Compresion menores a 270 kg./cm<sup>2</sup> es recomendable el uso del T.N.M. del agregado grueso de 1 pulg.
- 2.- Para Resistencia a la Compresion mayores a 270 kg./cm<sup>2</sup> es recomendable el uso del T.N.M. del agregado grueso de 3/4 y 1/2 pulg.
- 3.- El uso del T.N.M. del agregado grueso de 3/8 pulg., es perjudicial económicamente para relaciones de mediana a baja resistencia a la compresion.

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ANEXOS.**

# **ANEXO A.**

## **ANÁLISIS GRANULOMETRICO.**

## ANEXO A: ANALISIS GRANULOMETRICO

CUADROS	DESCRIPCION
CUADRO A-1	REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO
CUADRO A-2	GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO FINO
CUADRO A-3	REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO
CUADRO A-4	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
CUADRO A-5	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO A-6	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO A-7	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.
CUADRO A-8	REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GLOBAL PARA HUSOS DNI
CUADRO A-9	REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GLOBAL PARA T.N.M. DE 1", 3/4", 1/2" Y 3/8"
CUADRO A-10	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 1 pulg.
CUADRO A-11	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO A-12	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO A-13	GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 3/8 pulg.

GRAFICOS	DESCRIPCION
GRAFICO A-1	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO
GRAFICO A-2	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
GRAFICO A-3	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
GRAFICO A-4	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
GRAFICO A-5	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.
GRAFICO A-6	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 1 pulg.
GRAFICO A-7	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 3/4 pulg.
GRAFICO A-8	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 1/2 pulg.
GRAFICO A-9	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 3/8 pulg.

## **ANEXO B.**

### **CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

**ANEXO B: CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

CUADROS	DESCRIPCION
CUADRO B-1	CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL CEMENTO SOL TIPO I
CUADRO B-2	CARACTERISTICAS FISICAS DEL CEMENTO SOL TIPO I
CUADRO B-3	PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO
CUADRO B-4	PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
CUADRO B-5	PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO B-6	PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO B-7	PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.
CUADRO B-8	SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO
CUADRO B-9	SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
CUADRO B-10	SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO B-11	SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO B-12	SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.
CUADRO B-13	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO
CUADRO B-14	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO
CUADRO B-15	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO
CUADRO B-16	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
CUADRO B-17	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
CUADRO B-18	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.
CUADRO B-19	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO B-20	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO B-21	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO B-22	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO B-23	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO B-24	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO B-25	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.
CUADRO B-26	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.
CUADRO B-27	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.
CUADRO B-28	RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

## REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO

**CUADRO A-1**

TAMIZ	PORCENTAJE DE PESO ACUMULADO QUE PASA			
	LIMITES TOTALES	CURVA C	CURVA M	CURVA F
3/8" (9.5mm)	100	100	100	100
Nº 4 (4.75mm)	89 - 100	65 - 100	89 - 100	89 - 100
Nº 8 (2.36mm)	65 - 100	80 - 100	65 - 100	80 - 100
Nº 16 (1.18mm)	45 - 100	50 - 85	45 - 100	70 - 100
Nº 30 (0.6mm)	25 - 100	25 - 60	25 - 80	55 - 100
Nº 50 (0.3)	5 - 70	10 - 30	5 - 48	5 - 70
Nº 100 (0.15)	0 - 12	2 - 10	0 - 12*	0 - 12

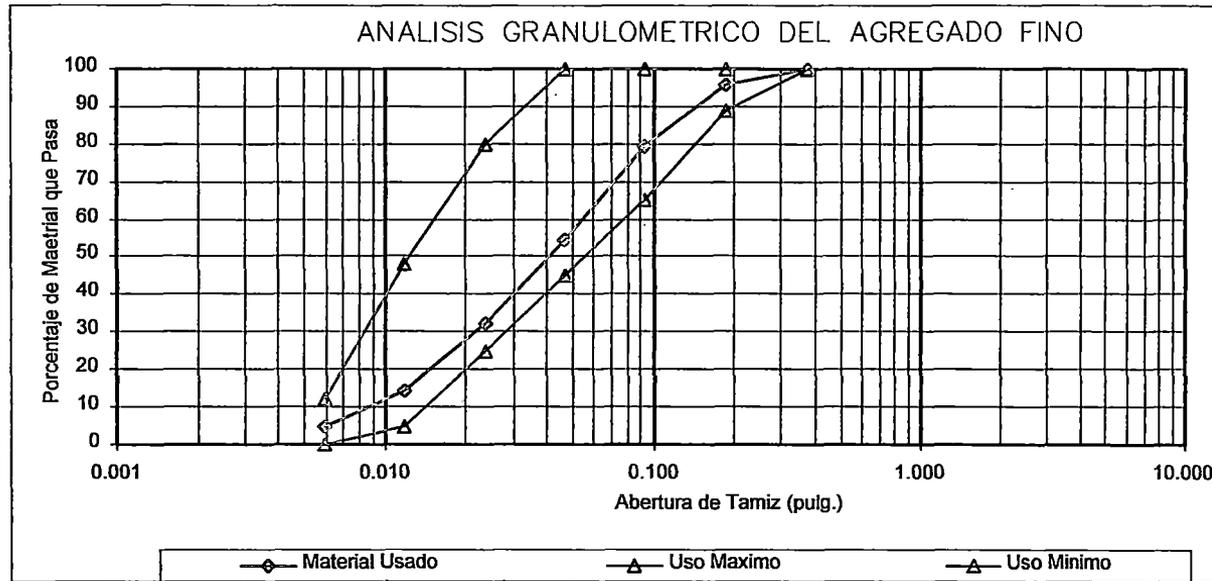
Nota: Para el presente estudio se usara la Curva M del Cuadro N°B-2.

### GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO FINO

CANTERA : SAN MARTIN

CUADRO A-2

TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	kg.	%	%	%
PROMEDIO DE 3 MUESTRAS				
Nº 4	20.87	4.17	4.17	95.83
Nº 8	83.45	16.69	20.86	79.14
Nº 16	123.13	24.63	45.49	54.51
Nº 30	109.98	22.00	67.49	32.51
Nº 50	90.87	18.17	85.66	14.34
Nº 100	47.90	9.58	95.24	4.76
FONDO	23.80	4.76	100.00	0.00
SUMA	500.00	100.00		



MATERIAL USADO: CANTERA SAN MARTIN  
 USO GRANULOMETRICO: CURVA M.

TAMIZ	Comercial	3/8"	No4	No8	No16	No30	No50	No100
	(pulg.)	0.37500	0.18701	0.09291	0.04646	0.02362	0.01181	0.00591
MATERIAL QUE PASA %	MATERIAL USADO	100.0	95.8	79.1	54.5	32.5	14.3	4.8
	USO MAXIMO	100.0	100.0	100.0	100.0	80.0	48.0	12.0
	USO MINIMO	100.0	89.0	65.0	45.0	25.0	5.0	0.0

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO

CUADRO A-3

TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA LOS TASMICES NORMALIZADOS									
	100 mm. (4")	90 mm. (3 1/2")	75 mm. (3")	63 mm. (2 1/2")	50 mm. (2")	37.5 mm. (1 1/2")	25 mm. (1")	19 mm. (3/4")	12.5 mm. (1/2")	9.5 mm. (3/8")
90 a 37.5 mm. (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 A 100	100	25 a 60		0 a 15		0 a 5		
63 a 37.5 mm. (2 1/2" a 1 1/2")				90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5		
50 a 25 mm. (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5	
50 a 4.75 mm. (2" a N°4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	
37.5 mm. a 19 mm. (1 1/2" a 3/4")					100	90 a 100	20 a 35	0 a 5		0 a 5
37.5 mm. a 4.75 mm. (1 1/2" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30
25 a 12.5 mm. (1" a 1/2")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5
25 a 9.5 mm. (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15
25 a 4.75 mm. (1" a N°4)						100	95 a 100		25 a 60	
19 a 9.5 mm. (3/4" a 3/8")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15
19 a 4.75 mm. (3/4" a N°4)							100	90 a 100		20 a 55
12.5 a 4.75 mm. (1/2" a N°4)								100	90 a 100	40 a 70

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO  
PARA T.N.M. DE 1 pulg.**

CANTERA : LA GLORIA

**CUADRO A-4**

TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	kg.	%	%	%
<b>PROMEDIO DE 3 MUESTRAS</b>				
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	143.47	1.79	1.79	98.21
3/4"	1429.54	17.87	19.66	80.34
1/2"	4584.09	57.30	76.96	23.04
3/8"	1621.58	20.27	97.23	2.77
No. 4	217.91	2.72	99.96	0.04
FONDO	3.41	0.04	100.00	0.00
SUMA	8,000.00	100.00	395.61	

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO  
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

CANTERA : LA GLORIA

**CUADRO A-5**

TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	kg.	%	%	%
<b>PROMEDIO DE 3 MUESTRAS</b>				
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	387.10	4.84	4.84	95.16
1/2"	2967.93	37.10	41.94	58.06
3/8"	2178.21	27.23	69.17	30.83
No. 4	2136.78	26.71	95.88	4.12
FONDO	329.98	4.12	100.00	0.00
SUMA	8,000.00	100.00	311.82	488.18

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO  
PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

CANTERA : LA GLORIA

**CUADRO A-6**

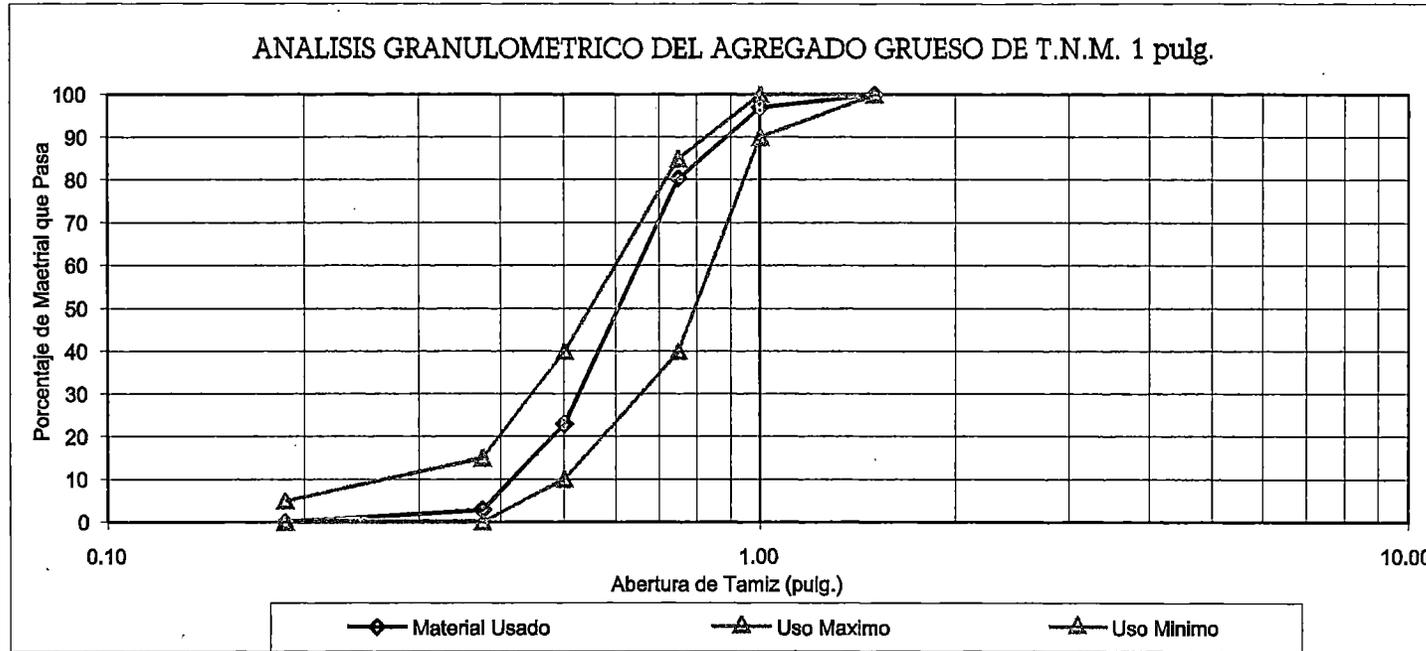
TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	kg.	%	%	%
<b>PROMEDIO DE 3 MUESTRAS</b>				
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	420.18	5.25	5.25	94.75
3/8"	3450.05	43.13	48.38	51.62
No. 4	3850.79	48.13	96.51	3.49
FONDO	278.98	3.49	100.00	0.00
SUMA	8,000.00	100.00	250.14	549.86

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO  
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

CANTERA : LA GLORIA

**CUADRO A-7**

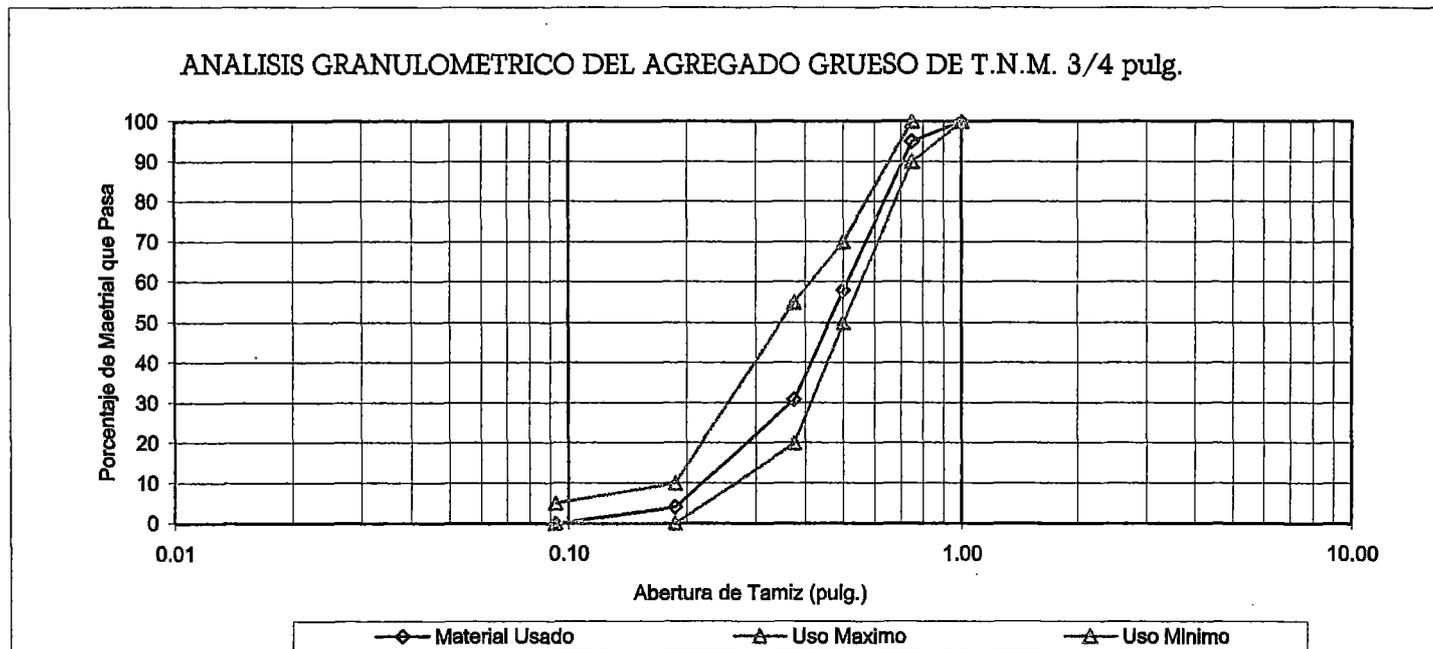
TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	kg.	%	%	%
<b>PROMEDIO DE 3 MUESTRAS</b>				
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	40.85	8.17	8.17	91.83
No. 4	374.81	74.96	83.13	16.87
No. 8	53.58	10.72	93.85	6.15
No. 16	30.51	6.10	99.95	0.05
FONDO	0.25	0.05	100.00	0.00
SUMA	500.00	100.00	385.10	414.90



MATERIAL USADO: CANTERA LA GLORIA  
 USO GRANULOMETRICO: T.N.M. 1pulg. A 3/8 pulg.

TAMIZ	Comercial	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No4
	(pulg.)	1.50000	1.00000	0.75000	0.50000	0.37500	0.18701
MATERIAL QUE PASA	MATERIAL USADO	100.0	97.0	80.3	23.0	2.8	0.0
	USO MAXIMO	100.0	100.0	85.0	40.0	15.0	5.0
%	USO MINIMO	100.0	90.0	40.0	10.0	0.0	0.0

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

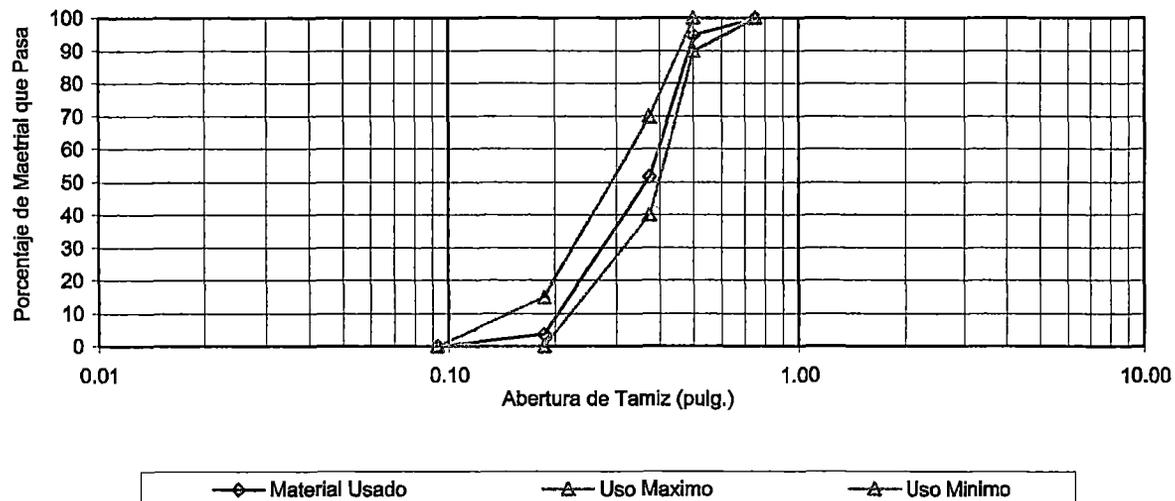


**MATERIAL USADO:** CANTERA LA GLORIA  
**USO GRANULOMETRICO:** T.N.M. 3/4pulg. A No.4

TAMIZ	Comercial (pulg.)	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No4	No8
		1.00000	0.75000	0.50000	0.37500	0.18701	0.09291
MATERIAL QUE PASA	MAT. USADO	100.0	95.2	58.1	30.8	4.1	0.0
%	USO MAXIMO	100.0	100.0	70.0	55.0	10.0	5.0
	USO MINIMO	100.0	90.0	50.0	20.0	0.0	0.0

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

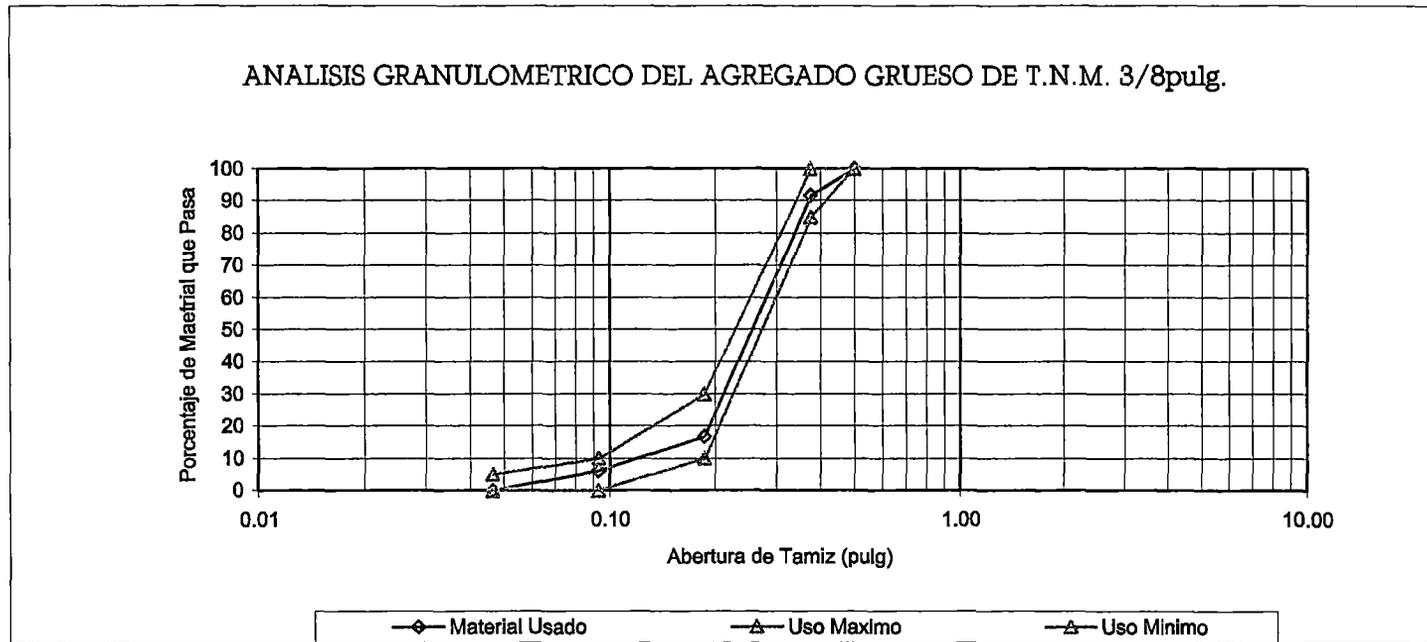
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.



MATERIAL USADO: CANTERA LA GLORIA  
 USO GRANULOMETRICO: T.N.M. 1/2pulg. A No.4

TAMIZ	Comercial (pulg.)	3/4"	1/2"	3/8"	No4	No8
		0.75000	0.50000	0.37500	0.18701	0.09291
MATERIAL QUE PASA	MATERIAL USADO	100.0	94.7	51.6	3.5	0.0
	USO MAXIMO	100.0	100.0	70.0	15.0	0.0
%	USO MINIMO	100.0	90.0	40.0	0.0	0.0

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.



MATERIAL USADO: CANTERA LA GLORIA  
 USO GRANULOMETRICO: T.N.M. 3/8pulg. A No.8

TAMIZ	Comercial (pulg.)	1/2" 0.50000	3/8" 0.37500	No4 0.18701	No8 0.09291	No16 0.04646
MATERIAL QUE PASA	MAT. USADO	100.0	91.8	16.9	6.2	0.0
	USO MAXIMO	100.0	100.0	30.0	10.0	5.0
%	USO MINIMO	100.0	85.0	10.0	0.0	0.0

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GLOBAL

### HUSOS DIN

CUADRO A-8

TAMIZ	PORCENTAJE DE PESO ACUMULADO QUE PASA		
mm.	CURVA A	CURVA B	CURVA C
31.50	100	100	100
16.00	62	80	89
8.00	38	62	77
4.00	23	47	65
2.00	14	37	53
1.00	8	28	42
0.25	2	8	15

## REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GLOBAL

**CUADRO A-9**

TAMIZ	PORCENTAJE DE PESO ACUMULADO QUE PASA		
	TAMAÑO NOMINAL 37.5 mm. (1 1/2")	TAMAÑO NOMINAL 19.0 mm. (3/4")	TAMAÑO NOMINAL 9.5 mm. (3/8")
2" (50)	100		
1 1/2" (37.5)	95 a 100	100	
3/4" (19)	45 a 100	95 a 100	100
1/2" (12.5)			95 a 100
3/8" (9.5)			30 a 65
Nº 4 (4.75)	25 a 50	35 a 55	20 a 50
Nº 8 (2.36)			15 a 40
Nº 16 (1.18)			10 a 30
Nº 30 (0.6)	8 a 30	10 a 35	5 a 15
Nº 50 (0.3)			
Nº 100 (0.15)	0 a 8	0 a 8	0 a 8

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GLOBAL PARA T.N.M DE 1 pulg.**

AGREGADO GRUESO (CANTERA LA GLORIA) : 51%

AGREGADO FINO (CANTERA SAN MARTIN) : 49%

**CUADRO A-10**

TAMIZ	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.	AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 1 pulg.		
	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	%	%	%	%	%
PROMEDIO DE 3 MUESTRAS					
2"		0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00
1"		1.79	0.91	0.91	99.09
3/4"		17.87	9.11	10.03	89.97
1/2"		57.30	29.22	39.25	60.75
3/8"		20.27	10.34	49.59	50.41
No. 4	4.17	2.72	3.43	53.02	46.98
Nº 8	16.69	0.04	8.20	61.22	38.78
Nº 16	24.63		12.07	73.29	26.71
Nº 30	22.00		10.78	84.07	15.93
Nº 50	18.17		8.91	92.97	7.03
Nº 100	9.58		4.69	97.67	2.33
FONDO	4.76		2.33	100.00	0.00
SUMA	100.00	100.00	100.00		

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GLOBAL PARA T.N.M DE 3/4 pulg.**

AGREGADO GRUESO (CANTERA LA GLORIA) : 52%

AGREGADO FINO (CANTERA SAN MARTIN) : 48%

**CUADRO A-11**

TAMIZ	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.	AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 3/4 pulg.		
	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	%	%	%	%	%
PROMEDIO DE 3 MUESTRAS					
2"		0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00
1"		0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"		4.84	2.52	2.52	97.48
1/2"		37.10	19.29	21.81	78.19
3/8"		27.23	14.16	35.97	64.03
No. 4	4.17	26.71	15.89	51.86	48.14
Nº 8	16.69	4.12	10.16	62.01	37.99
Nº 16	24.63		11.82	73.84	26.16
Nº 30	22.00		10.56	84.39	15.61
Nº 50	18.17		8.72	93.12	6.88
Nº 100	9.58		4.60	97.72	2.28
FONDO	4.76		2.28	100.00	0.00
SUMA	100.00	100.00	100.00		

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GLOBAL PARA T.N.M DE 1/2 pulg.**

AGREGADO GRUESO (CANTERA LA GLORIA) : 52%

AGREGADO FINO (CANTERA SAN MARTIN) : 48%

**CUADRO A-12**

TAMIZ	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.	AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 1/2 pulg.		
	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	%	%	%	%	%
<b>PROMEDIO DE 3 MUESTRAS</b>					
2"		0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00
1"		0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"		0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"		5.25	2.73	2.73	97.27
3/8"		43.13	22.43	25.16	74.84
No. 4	4.17	48.13	27.03	52.19	47.81
Nº 8	16.69	3.49	9.82	62.01	37.99
Nº 16	24.63		11.82	73.84	26.16
Nº 30	22.00		10.56	84.39	15.61
Nº 50	18.17		8.72	93.12	6.88
Nº 100	9.58		4.60	97.72	2.28
FONDO	4.76		2.28	100.00	0.00
SUMA	100.00	100.00	100.00		

**GRANULOMETRIA PROMEDIO DEL AGREGADO GLOBAL PARA T.N.M DE 3/8 pulg.**

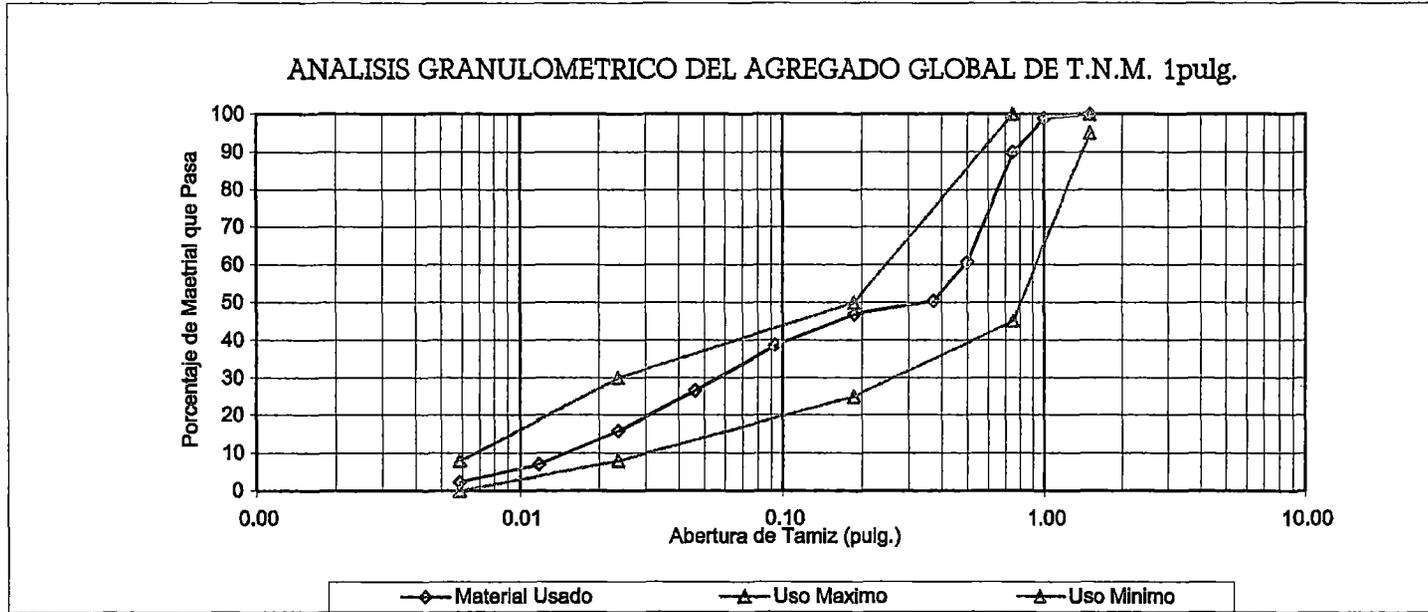
AGREGADO GRUESO (CANTERA LA GLORIA) : 54%

AGREGADO FINO (CANTERA SAN MARTIN) : 46%

**CUADRO A-13**

TAMIZ	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.	AGREGADO GLOBAL DE T.N.M. 3/8 pulg.		
	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
	%	%	%	%	%
PROMEDIO DE 3 MUESTRAS					
2"			0.00	0.00	100.00
1 1/2"			0.00	0.00	100.00
1"		0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"		0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"		8.17	4.41	4.41	95.59
No. 4	4.17	74.96	42.40	46.81	53.19
Nº 8	16.69	10.72	13.46	60.28	39.72
Nº 16	24.63	6.10	14.62	74.90	25.10
Nº 30	22.00	0.05	10.15	85.04	14.96
Nº 50	18.17		8.36	93.40	6.60
Nº 100	9.58		4.41	97.81	2.19
FONDO	4.76		2.19	100.00	0.00
SUMA	100.00	100.00	100.00		

GRAFICO A-6



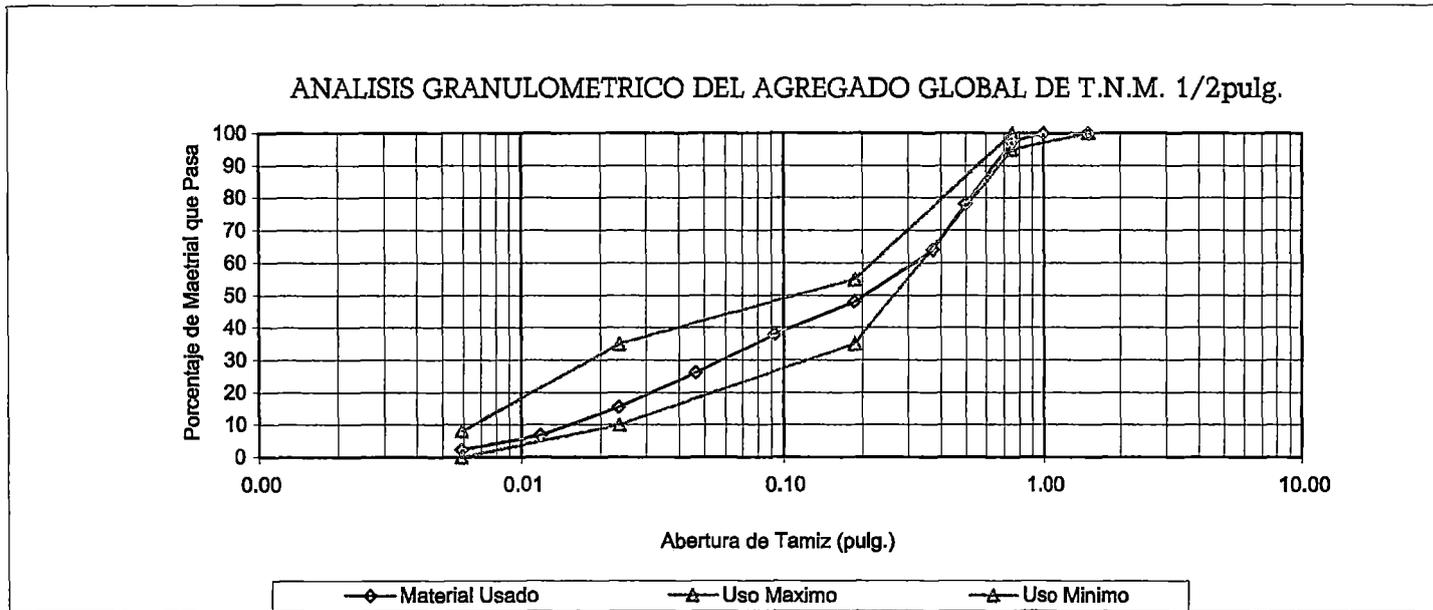
MATERIAL USADO: AGREGADO FINO (CANTERA SAN MARTIN)

AGREGADO GRUESO (CANTERA LA GLORIA)

USO GRANULOMETRICO: T.N.M. 1 1/2 pulg. (PARA AGREGADO GLOBAL)

TAMIZ	Comercial (pulg.)	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No4	No8	No16	No30	No50	No100
MATERIAL USADO		100.0	99.1	90.0	60.7	50.4	47.0	38.8	26.7	15.9	7.0	2.3
USO MAXIMO		100.0		100.0			50.0			30.0		8.0
USO MINIMO		95.0		45.0			25.0			8.0		0.0

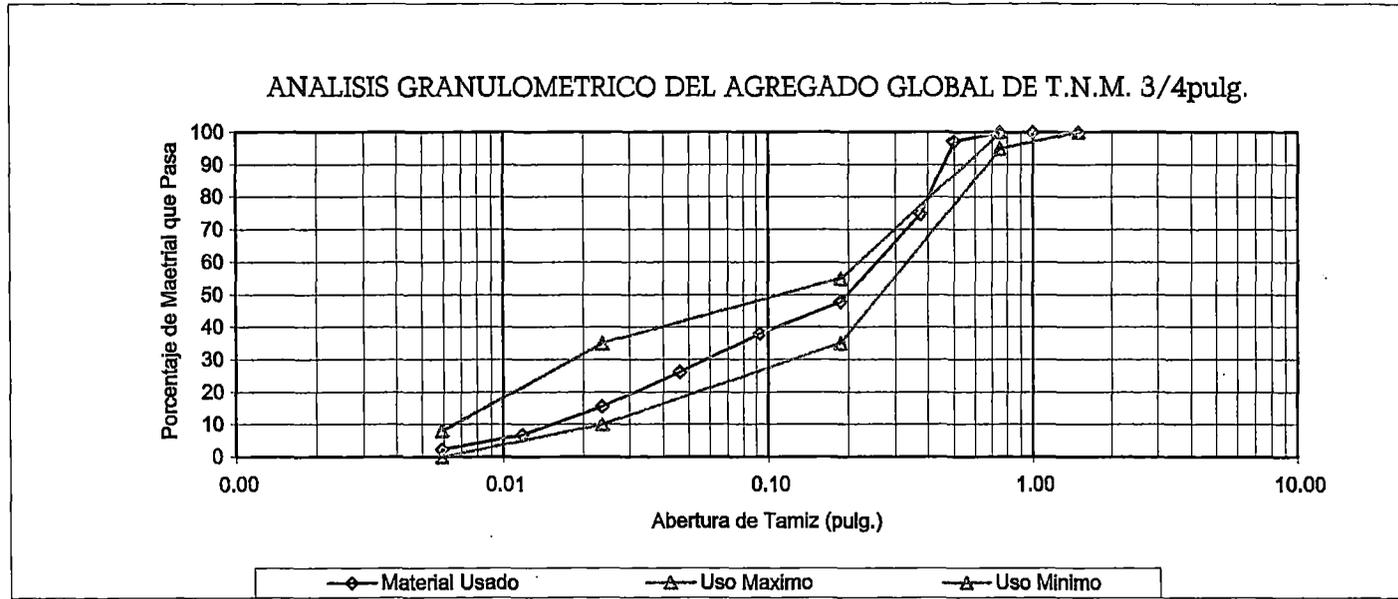
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.



MATERIAL USADO: AGREGADO FINO (CANTEIRA SAN MARTIN)  
 AGREGADO GRUESO (CANTEIRA LA GLORIA)  
 USO GRANULOMETRICO: T.N.M. 3/4 pulg. (PARA AGREGADO GLOBAL)

TAMIZ	Comercial	3/4"	1/2"	3/8"	No4	No8	No16	No30	No50	No100
	(pulg.)	0.75000	0.50000	0.37500	0.18701	0.09291	0.04646	0.02362	0.01181	0.00591
MATERIAL QUE PASA	MATERIAL USADO	97.48	78.19	64.03	48.14	37.99	26.16	15.61	6.88	2.28
%	USO MAXIMO	100.00			55.00			35.00		8.00
	USO MINIMO	95.00			35.00			10.00		0.00

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

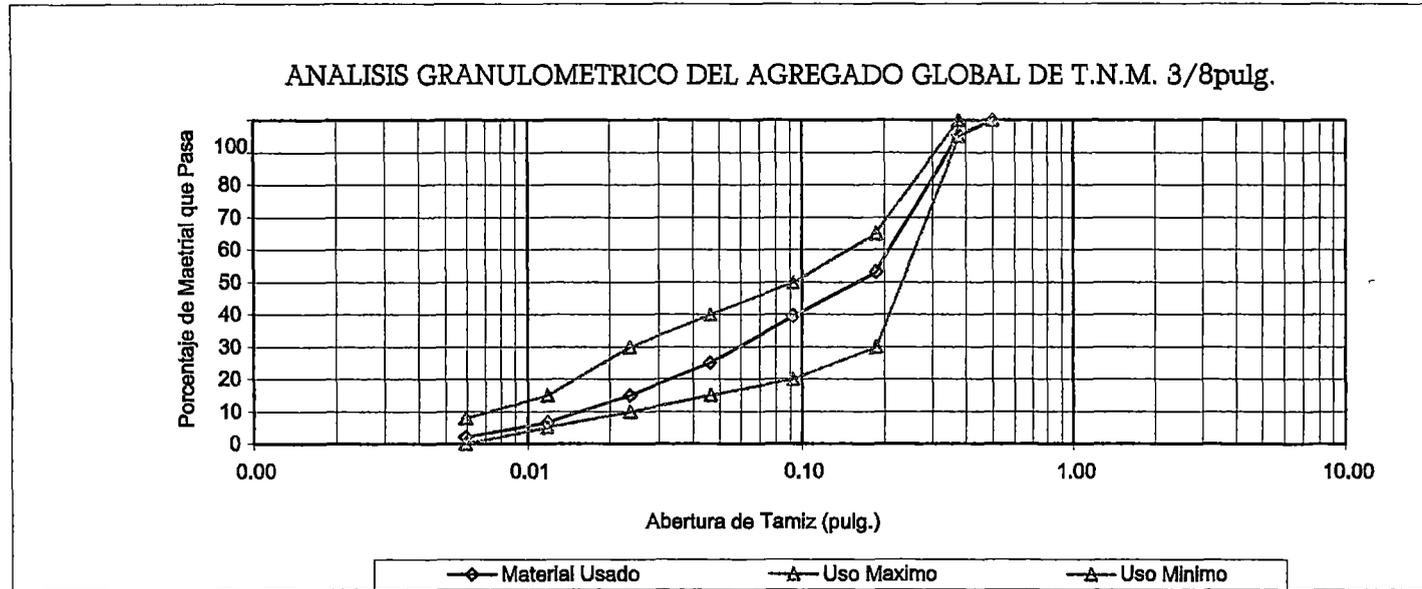


MATERIAL USADO: AGREGADO FINO (CANTERA SAN MARTIN)

AGREGADO GRUESO (CANTERA LA GLORIA)

USO GRANULOMETRICO: T.N.M. 3/4 pulg. (PARA AGREGADO GLOBAL)

TAMIZ	Comercial (pulg.)	3/4"	1/2"	3/8"	No4	No8	No16	No30	No50	No100
MATERIAL USADO	100.00	100.00	97.27	74.84	47.81	37.99	26.16	15.61	6.88	2.28
USO MAXIMO	100.00	100.00			55.00			35.00		8.00
USO MINIMO	95.00				35.00			10.00		0.00



MATERIAL USADO: AGREGADO FINO (CANTERA SAN MARTIN)

AGREGADO GRUESO (CANTERA LA GLORIA)

USO GRANULOMETRICO: T.N.M. 3/8 pulg. (PARA AGREGADO GLOBAL)

TAMIZ	Comercial (pulg.)	3/8"	No4	No8	No16	No30	No50	No100
		0.37500	0.18701	0.09291	0.04646	0.02362	0.01181	0.00591
MATERIAL QUE PASA	MATERIAL USADO	95.59	53.19	39.72	25.10	14.96	6.60	2.19
	USO MAXIMO	100.00	65.00	50.00	40.00	30.00	15.00	8.00
%	USO MINIMO	95.00	30.00	20.00	15.00	10.00	5.00	0.00

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL CEMENTO SOL TIPO I

CUADRO B-1

COMPONENTES:	
CaO	63.20%
SiO <sub>2</sub>	19.79%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.15%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.82%
K <sub>2</sub> O	0.96%
SO <sub>4</sub>	2.58%
Punto de Ignicion	0.80%
Residuo Insoluble	0.62%
COMPUESTOS:	
C <sub>3</sub> S	54.18%
C <sub>2</sub> S	15.86%
C <sub>3</sub> A	11.53%
C <sub>4</sub> AF	8.58%

## CARACTERISTICAS FISICAS DEL CEMENTO SOL TIPO I

CUADRO B-2

Peso Especifico de Masa	3.11 gr./cm <sup>3</sup>
Superficie Especifica	3,477.00 cm <sup>2</sup> /gr.
Contenido de Aire	9.99%
Fragua Inicial	1 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>
Fragua Final	3 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>
f'c a los 3 dias	254 kg./cm <sup>2</sup>
f'c a los 7 dias	301 kg./cm <sup>2</sup>
f'c a los 28 dias	357 kg./cm <sup>2</sup>
Calor Hidratacion: 7 dias	70.60 cal./gr.
Calor Hidratacion: 28 dias	84.30 cal./gr.

tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**PESO ESPECIFICO Y PORCENTEJE DE ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

CANTERA: SAN MARTIN

CUADRO B-3

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la arena sss + Peso de agua + Peso del balón (gr.)	979.20	960.30	987.20
B	Peso de la arena sss + Peso del balón (gr.)	666.10	645.90	672.80
C=A-B	Peso de Agua (gr.)	313.10	314.40	314.40
D	Peso de la arena al horno + Peso del balón (gr.)	659.65	643.00	672.40
E	Peso del balón (gr.)	165.00	148.00	177.00
F=D-E	Peso de la arena secada al horno (gr.)	494.65	495.00	495.40
G	Volumen de balón (cm <sup>3</sup> )	500.00	500.00	500.00
Peso Especifico de Masa (Pem)		2.65	2.67	2.67
Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)		2.68	2.69	2.69
Peso Especifico Aparente (Pea)		2.72	2.74	2.74
Porcentaje de Absorcion (%Abs.)		1.08	1.01	0.93

Peso Especifico de Masa (Pem)
Pem = F / (G-C) = 2.66 gr./cm <sup>3</sup>

Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)
Psss = 500 / (G-C) = 2.69 gr./cm <sup>3</sup>

Peso Especifico Aparente (Pea)
Pea = F / ((G-C)-(500-F)) = 2.73 gr./cm <sup>3</sup>

Porcentaje de Absorcion (%Abs.)
% Abs. = (500 - F) / F = 1.01

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**PESO ESPECIFICO Y PORCENTEJE DE ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.**

CANTERA LA GLORIA

**CUADRO B-4**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra secada al horno (gr.)	4,977.50	4,976.80	4,977.00
B	Peso de la piedra saturada con superficie seca (gr.)	5,000.00	5,000.00	5,000.00
C	Peso de la piedra saturada + Peso de la canastilla (gr.)	4,988.40	4,967.80	4,975.40
D	Peso de la canastilla (gr.)	1,800.00	1,800.00	1,800.00
E=C-D	Peso de la piedra saturada dentro del agua (gr.)	3,188.40	3,159.70	3,175.40
Peso Especifico de Masa (Pem)		2.75	2.70	2.73
Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)		2.76	2.72	2.74
Peso Especifico Aparente (Pea)		2.78	2.74	2.76
Porcentaje de Absorcion (%Abs.)		0.45	0.47	0.46

Peso Especifico de Masa (Pem)
$Pem = A / (B-E) = 2.73 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)
$Pss = B / (B-E) = 2.74 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico Aparente (Pea)
$Pea = A / (A-E) = 2.76 \text{ gr./cm}^3$

Porcentaje de Absorcion (%Abs.)
$\% \text{ Abs.} = (B-A) \times 100 / A = 0.46 \%$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**PESO ESPECIFICO Y PORCENTEJE DE ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.**

CANTERA LA GLORIA

CUADRO B-5

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra secada al horno (gr.)	4,977.00	4,975.80	4,976.70
B	Peso de la piedra saturada con superficie seca (gr.)	5,000.00	5,000.00	5,000.00
C	Peso de la piedra saturada + Peso de la canastilla (gr.)	4,963.70	4,970.70	4,952.80
D	Peso de la canastilla (gr.)	1,800.00	1,800.00	1,800.00
E=C-D	Peso de la piedra saturada dentro del agua (gr.)	3,163.70	3,159.70	3,152.80
Peso Especifico de Masa (Pem)		2.71	2.70	2.69
Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)		2.72	2.72	2.71
Peso Especifico Aparente (Pea)		2.74	2.74	2.73
Porcentaje de Absorcion (%Abs.)		0.46	0.49	0.47

Peso Especifico de Masa (Pem)
$Pem = A / (B-E) = 2.70 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)
$Pss = B / (B-E) = 2.72 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico Aparente (Pea)
$Pea = A / (A-E) = 2.74 \text{ gr./cm}^3$

Porcentaje de Absorcion (%Abs.)
$\% \text{ Abs.} = (B-A) \times 100 / A = 0.47 \%$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**PESO ESPECIFICO Y PORCENTEJE DE ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.**

CANTERA LA GLORIA

**CUADRO B-6**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra secada al horno (gr.)	4,974.80	4,974.10	4,975.50
B	Peso de la piedra saturada con superficie seca (gr.)	5,000.00	5,000.00	5,000.00
C	Peso de la piedra saturada + Peso de la canastilla (gr.)	4,940.00	4,957.00	4,963.50
D	Peso de la canastilla (gr.)	1,800.00	1,800.00	1,800.00
E=C-D	Peso de la piedra saturada dentro del agua (gr.)	3,140.00	3,148.00	3,163.50
Peso Especifico de Masa (Pem)		2.67	2.69	2.71
Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)		2.69	2.70	2.72
Peso Especifico Aparente (Pea)		2.71	2.72	2.75
Porcentaje de Absorcion (%Abs.)		0.51	0.52	0.49

Peso Especifico de Masa (Pem)
$Pem = A / (B-E) = 2.69 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)
$Pss = B / (B-E) = 2.70 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico Aparente (Pea)
$Pea = A / (A-E) = 2.73 \text{ gr./cm}^3$

Porcentaje de Absorcion (%Abs.)
$\% \text{ Abs.} = (B-A) \times 100 / A = 0.51 \%$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**PESO ESPECIFICO Y PORCENTEJE DE ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.**

CANTERA LA GLORIA

**CUADRO B-7**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra secada al horno (gr.)	4,974.80	4,975.50	4,974.10
B	Peso de la piedra saturada con superficie seca (gr.)	5,000.00	5,000.00	5,000.00
C	Peso de la piedra saturada + Peso de la canastilla (gr.)	4,952.50	4,960.00	4,940.90
D	Peso de la canastilla (gr.)	1,800.00	1,800.00	1,800.00
E=C-D	Peso de la piedra saturada dentro del agua (gr.)	3,153.80	3,160.00	3,140.90
Peso Especifico de Masa (Pem)		2.69	2.70	2.68
Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)		2.71	2.72	2.69
Peso Especifico Aparente (Pea)		2.73	2.74	2.71
Porcentaje de Absorcion (%Abs.)		0.51	0.49	0.52

Peso Especifico de Masa (Pem)
$Pem = A / (B-E) = 2.69 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco (Psss)
$Pss = B / (B-E) = 2.71 \text{ gr./cm}^3$

Peso Especifico Aparente (Pea)
$Pea = A / (A-E) = 2.73 \text{ gr./cm}^3$

Porcentaje de Absorcion (%Abs.)
$\% \text{ Abs.} = (B-A) \times 100 / A = 0.51 \%$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL  
AGREGADO FINO**

CANTERA: SAN MARTIN

**CUADRO B-8**

TAMIZ	PESO RETENIDO gr.	PORCENTAJE RETENIDO %	PORCENTAJE RETENIDO %	DIAMETRO PROMEDIO (B) cm.	RELACION C = (A) / (B) cm.
PROMEDIO DE MUESTRAS					
Nº 4	20.87	4.17	4.17	0.714	5.85
Nº 8	83.45	16.69	20.86	0.357	46.75
Nº 16	123.13	24.63	45.49	0.179	137.96
Nº 30	109.98	22.00	67.49	0.089	247.15
Nº 50	90.87	18.17	85.66	0.044	413.05
Nº 100	47.90	9.58	95.24	0.022	445.58
FONDO	23.80	4.76	100.00	0.011	432.73
SUMA	500.00	100.00			1729.06

Superficie Especifica (Se)	
Se =	$6 \times (\text{SUMATORIA } (A/B)) / (100 \times P_e) = 38.99 \text{ cm}^2/\text{gr.}$

Pe = Peso Especifico de 2.66 gr./cm<sup>3</sup>

Modulo de Finura (M.F.)	
M.F. =	$\text{SUMATORIA } (\% \text{RET. ACUM.}) / 100 = 3.19$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL AGREGADO  
GRUESO PARA T.N.M. DE 1 pulg.**

CANTERA LA GLORIA

**CUADRO B-9**

TAMIZ	PESO RETENIDO gr.	PORCENTAJE RETENIDO (A) %	PORCENTAJE RETENIDO %	DIAMETRO PROMEDIO (B) cm.	RELACION C = (A) / (B) cm.
<b>PROMEDIO DE MUESTRAS</b>					
2"	0.00	0.00	0.00		
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	4.45	0.00
1"	143.47	1.79	1.79	3.18	0.56
3/4"	1429.54	17.87	19.66	2.22	8.04
1/2"	4584.09	57.30	76.96	1.59	36.10
3/8"	1621.58	20.27	97.23	1.11	18.24
No. 4	217.91	2.72	99.96	0.71	3.81
FONDO	3.41	0.04	100.00		
SUMA	8,000.00	100.00			66.76

<b>Superficie Especifica (Se)</b>		
Se =	$6 \times (\text{SUMATORIA (A/B)}) / (100 \times Pe) =$	1.47 cm <sup>2</sup> /gr.

Pe = Peso Especifico de 2.73 gr./cm<sup>3</sup>

<b>Modulo de Finura (M.F.)</b>		
M.F.=	$\text{SUMATORIA (\%RET. ACUM.)} / 100 =$	6.99

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL AGREGADO

### GRUESO PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.

CANTERA LA GLORIA

CUADRO B-10

TAMIZ	PESO RETENIDO gr.	PORCENTAJE RETENIDO (A) %	PORCENTAJE RETENIDO %	DIAMETRO PROMEDIO (B) cm.	RELACION C = (A) / (B) cm.
<b>PROMEDIO DE MUESTRAS</b>					
2"	0.00	0.00	0.00		
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	4.45	0.00
1"	0.00	0.00	0.00	3.18	0.00
3/4"	387.10	4.84	4.84	2.22	2.18
1/2"	2967.93	37.10	41.94	1.59	23.37
3/8"	2178.21	27.23	69.17	1.11	24.51
No. 4	2136.78	26.71	95.88	0.71	37.41
FONDO	329.98	4.12	100.00		
<b>SUMA</b>	<b>8,000.00</b>	<b>100.00</b>			<b>87.46</b>

Superficie Especifica (Se)		
Se =	6 X (SUMATORIA (A/B)) / (100 X Pe) =	1.94 cm <sup>2</sup> /gr.

Pe = Peso Especifico de  $\lambda$       2.70      gr./cm<sup>3</sup>

Modulo de Finura (M.F.)		
M.F.=	SUMATORIA (%RET. ACUM.) / 100 =	6.70

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL AGREGADO  
GRUESO PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

CANTERA LA GLORIA

**CUADRO B-11**

TAMIZ	PESO RETENIDO gr.	PORCENTAJE RETENIDO (A) %	PORCENTAJE RETENIDO %	DIAMETRO PROMEDIO (B) cm.	RELACION C = (A) / (B) cm.
PROMEDIO DE MUESTRAS					
2"	0.00	0.00	0.00		
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	4.45	0.00
1"	0.00	0.00	0.00	3.18	0.00
3/4"	0.00	0.00	0.00	2.22	0.00
1/2"	420.18	5.25	5.25	1.59	3.31
3/8"	3450.05	43.13	48.38	1.11	38.82
No. 4	3850.79	48.13	96.51	0.71	67.42
FONDO	278.98	3.49	100.00		
SUMA	8,000.00	100.00			109.54

Superficie Especifica (Se)			
Se =	6 X (SUMATORIA (A/B)) / (100 X Pe) =	2.44	cm <sup>2</sup> /gr.

Pe = Peso Especifico de l      2.69      gr./cm<sup>3</sup>

Modulo de Finura (M.F.)			
M.F.=	SUMATORIA (%RET. ACUM.) / 100 =	6.45	

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## SUPERFICIE ESPECIFICA Y MODULO DE FINURA DEL AGREGADO

### GRUESO PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.

CANTERA LA GLORIA

CUADRO B-12

TAMIZ	PESO RETENIDO gr.	PORCENTAJE RETENIDO (A) %	PORCENTAJE RETENIDO %	DIAMETRO PROMEDIO (B) cm.	RELACION C = (A) / (B) cm.
<b>PROMEDIO DE MUESTRAS</b>					
1"	0.00	0.00	0.00		
3/4"	0.00	0.00	0.00	2.22	0.00
1/2"	0.00	0.00	0.00	1.59	0.00
3/8"	40.85	8.17	8.17	1.11	7.35
No. 4	374.81	74.96	83.13	0.71	104.99
No. 8	53.58	10.72	93.85	0.36	30.02
No. 16	30.51	6.10	99.95	0.18	34.18
FONDO	0.25	0.05	100.00		
SUMA	500.00	100.00			176.54

<b>Superficie Especifica (Se)</b>		
Se =	6 X (SUMATORIA (A/B)) / (100 X Pe) =	3.94 cm <sup>2</sup> /gr.

Pe = Peso Especifico de M:      2.69      gr./cm<sup>3</sup>

<b>Modulo de Finura (M.F.)</b>		
M.F.=	SUMATORIA (%RET. ACUM.) / 100 =	5.85

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

### PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

CUADRO B-13

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la arena suelta + Peso de vasija (gr.)	7,530.0	7,555.0	7,510.0
B	Peso de vasija (gr.)	2,820.0	2,820.0	2,820.0
C=A-B	Peso de la arena suelta (gr.)	4,710.0	4,735.0	4,690.0
D	Constante (Vol.=1/10 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.00283	0.00283	0.00283
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )		1,664.3	1,673.1	1,657.2

PESO UNITARIO SUELTO		
P.U.S. = C / D =	1,664.9	kg./m <sup>3</sup>

### PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

CUADRO B-14

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la arena compactada + Peso de vasija (gr.)	8,130.0	8,110.0	8,140.0
B	Peso de vasija (gr.)	2,820.0	2,820.0	2,820.0
C=A-B	Peso de la arena compactado (gr.)	5,310.0	5,290.0	5,320.0
D	Constante (Vol.=1/10 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.00283	0.00283	0.00283
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )		1,876.3	1,869.3	1,879.9

PESO UNITARIO COMPACTADO		
P.U.C. = C / D =	1,875.1	kg./m <sup>3</sup>

### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

CUADRO B-15

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la arena humeda (gr.)	500.0	500.0	500.0
B	Peso de la muestra secada al horno (gr.)	496.4	495.9	495.6
C=A-B	Contenido de agua (gr.)	3.6	4.1	4.4
Contenido de Humedad (%)		0.73	0.83	0.89

CONTENIDO DE HUMEDAD		
C.H. = C / B X 100 =	0.81	%

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1 pulg.**

**CUADRO B-16**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra suelta + Peso de vasija (gr.)	31,210.0	31,450.0	30,950.0
B	Peso de vasija (gr.)	11,800.0	11,800.0	11,800.0
C=A-B	Peso de la piedra suelta (gr.)	19,410.0	19,650.0	19,150.0
D	Constante (Vol.=1/2 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.01416	0.01416	0.01416
Peso Uniatrío Suelto (kg/m <sup>3</sup> )		1,370.8	1,387.7	1,352.4

PESO UNITARIO SUELTO		
P.U.S. = C / D =		1,370.3 kg./m <sup>3</sup>

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO DE 1 pulg.**

**CUADRO B-17**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra compactada + Peso de vasija (gr.)	34,080.0	34,250.0	33,990.0
B	Peso de vasija (gr.)	11,800.0	11,800.0	11,800.0
C=A-B	Peso de la piedra compactado (gr.)	22,280.0	22,450.0	22,190.0
D	Constante (Vol.=1/2 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.01416	0.01416	0.01416
Peso Uniatrío Compactado (kg/m <sup>3</sup> )		1,573.4	1,585.5	1,567.1

PESO UNITARIO COMPACTADO		
P.U.C. = C / D =		1,575.3 kg./m <sup>3</sup>

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO DE 1 pulg.**

**CUADRO B-18**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra humeda (gr.)	1,000.0	1,000.0	1,000.0
B	Peso de la muestra secada al horno (gr.)	995.8	996.0	996.6
C=A-B	Contenido de agua (gr.)	4.2	4.0	3.5
Contenido de Humedad (%)		0.42	0.40	0.35

CONTENIDO DE HUMEDAD		
C.H. = C / B X 100 =		0.39 %

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/4 pulg.**

**CUADRO B-19**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra suelta + Peso de vasija (gr.)	30,750.0	30,870.0	30,790.0
B	Peso de vasija (gr.)	11,800.0	11,800.0	11,800.0
C=A-B	Peso de la piedra suelta (gr.)	18,950.0	19,070.0	18,990.0
D	Constante (Vol.=1/2 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.01416	0.01416	0.01416
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )		1,338.3	1,346.8	1,341.1

PESO UNITARIO SUELTO		
P.U.S. = C / D =	1,342.0	kg./m <sup>3</sup>

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO DE 3/4 pulg.**

**CUADRO B-20**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra compactada + Peso de vasija (gr.)	33,560.0	33,620.0	33,410.0
B	Peso de vasija (gr.)	11,800.0	11,800.0	11,800.0
C=A-B	Peso de la piedra compactado (gr.)	21,760.0	21,820.0	21,610.0
D	Constante (Vol.=1/2 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.01416	0.01416	0.01416
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )		1,536.7	1,541.0	1,526.1

PESO UNITARIO COMPACTADO		
P.U.C. = C / D =	1,534.6	kg./m <sup>3</sup>

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO DE 3/4 pulg.**

**CUADRO B-21**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra humeda (gr.)	1,000.0	1,000.0	1,000.0
B	Peso de la muestra secada al horno (gr.)	996.0	995.5	996.1
C=A-B	Contenido de agua (gr.)	4.0	4.5	3.9
Contenido de Humedad (%)		0.40	0.45	0.39

CONTENIDO DE HUMEDAD		
C.H. = C / B X 100 =	0.42	%

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 1/2 pulg.**

**CUADRO B-22**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra suelta + Peso de vasija (gr.)	29,860.0	29,950.0	30,140.0
B	Peso de vasija (gr.)	11,800.0	11,800.0	11,800.0
C=A-B	Peso de la piedra suelta (gr.)	18,060.0	18,150.0	18,340.0
D	Constante (Vol.=1/2 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.01416	0.01416	0.01416
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )		1,275.4	1,281.8	1,295.2

PESO UNITARIO SUELTO		
P.U.S. = C / D =	1,284.1	kg./m <sup>3</sup>

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO DE 1/2 pulg.**

**CUADRO B-23**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra compactada + Peso de vasija (gr.)	32,280.0	32,550.0	32,450.0
B	Peso de vasija (gr.)	11,800.0	11,800.0	11,800.0
C=A-B	Peso de la piedra compactado (gr.)	20,480.0	20,750.0	20,650.0
D	Constante (Vol.=1/2 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.01416	0.01416	0.01416
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )		1,446.3	1,465.4	1,458.3

PESO UNITARIO COMPACTADO		
P.U.C. = C / D =	1,456.7	kg./m <sup>3</sup>

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO DE 1/2 pulg.**

**CUADRO B-24**

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra humeda (gr.)	1,000.0	1,000.0	1,000.0
B	Peso de la muestra secada al horno (gr.)	995.3	995.7	996.1
C=A-B	Contenido de agua (gr.)	4.7	4.3	3.9
Contenido de Humedad (%)		0.47	0.43	0.39

CONTENIDO DE HUMEDAD		
C.H. = C / B X 100 =	0.43	%

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

### PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO DE T.N.M. 3/8 pulg.

CUADRO B-25

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra suelta + Peso de vasija (gr.)	29,750.0	29,530.0	29,620.0
B	Peso de vasija (gr.)	11,800.0	11,800.0	11,800.0
C=A-B	Peso de la piedra suelta (gr.)	17,950.0	17,730.0	17,820.0
D	Constante (Vol.=1/2 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.01416	0.01416	0.01416
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )		1,267.7	1,252.1	1,258.5

PESO UNITARIO SUELTO		
P.U.S. = C / D =	1,259.4	kg./m <sup>3</sup>

### PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO DE 1/2 pulg.

CUADRO B-26

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra compactada + Peso de vasija (gr.)	32,100.0	32,220.0	31,970.0
B	Peso de vasija (gr.)	11,800.0	11,800.0	11,800.0
C=A-B	Peso de la piedra compactada (gr.)	20,300.0	20,420.0	20,170.0
D	Constante (Vol.=1/2 pie <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (m <sup>3</sup> )	0.01416	0.01416	0.01416
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )		1,433.6	1,442.1	1,424.4

PESO UNITARIO COMPACTADO		
P.U.C. = C / D =	1,433.4	kg./m <sup>3</sup>

### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO DE 1/2 pulg.

CUADRO B-27

CODIGO	DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A	Peso de la piedra humeda (gr.)	1,000.0	1,000.0	1,000.0
B	Peso de la muestra secada al horno (gr.)	996.0	995.6	996.2
C=A-B	Contenido de agua (gr.)	4.0	4.4	3.8
Contenido de Humedad (%)		0.40	0.44	0.38

CONTENIDO DE HUMEDAD		
C.H. = C / B X 100 =	0.41	%

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

AGREGADO FINO: CANTERA SAN MARTIN.  
 AGREGADO GRUESO: CANTERA LA GLORIA.

**CUADRO B-28**

CARACTERISTICAS	UND	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO DE T.N.M.			
			1 pulg.	3/4 pulg.	1/2 pulg.	3/8 pulg.
Peso Especifico de Masa	gr./cm <sup>3</sup>	2.66	2.73	2.70	2.69	2.69
Peso Especifico de Masa Superficialmente Seco	gr./cm <sup>3</sup>	2.69	2.74	2.72	2.70	2.71
Peso Especifico Aparente	gr./cm <sup>3</sup>	2.73	2.76	2.74	2.73	2.73
Porcentaje de Absorcion	%	1.01	0.46	0.47	0.51	0.51
Superficie Especifica	cm <sup>2</sup> /gr.	38.99	1.47	1.94	2.44	3.94
Modulo de Finura		3.19	6.99	6.70	6.45	5.85
Peso Unitario Suelto	kg./m <sup>3</sup>	1,664.90	1,370.29	1,342.04	1,284.13	1,259.42
Peso Unitario Compactado	kg./m <sup>3</sup>	1,875.15	1,575.33	1,534.60	1,456.69	1,433.38
Contenido de Humedad	%	0.81	0.39	0.42	0.43	0.41

# **ANEXO C.**

**DOSIFICACIÓN DE LAS RELACIONES  
AGUA/CEMENTO DE 0.55, 0.60, 0.65 Y 0.70**

**ANEXO C: DOSIFICACION DE LAS RELACIONES A/C=0.55,0.60,0.65 Y 0.70**

CUADROS	DESCRIPCION
CUADRO C-1	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO C-2	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO C-3	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO C-4	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO C-5	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO C-6	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO C-7	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO C-8	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO C-9	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO C-10	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO C-11	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO C-12	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO C-13	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO C-14	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO C-15	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO C-16	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO C-17	RESUMEN DEL AGUA REQUERIDA PARA T.N.M. = 1pulg - 3/8 pulg.

GRAFICOS	DESCRIPCION
GRAFICO C-1	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.55)
GRAFICO C-2	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.60)
GRAFICO C-3	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.65)
GRAFICO C-4	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.70)
GRAFICO C-5	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.55)
GRAFICO C-6	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.60)
GRAFICO C-7	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.65)
GRAFICO C-8	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.70)
GRAFICO C-9	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.55)
GRAFICO C-10	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.60)
GRAFICO C-11	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.65)
GRAFICO C-12	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.70)
GRAFICO C-13	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.55)
GRAFICO C-14	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.60)
GRAFICO C-15	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.65)
GRAFICO C-16	MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.70)
GRAFICO C-17	RESUMEN DEL AGUA REQUERIDA PARA T.N.M. = 1pulg - 3/8 pulg.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.55

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 1.50

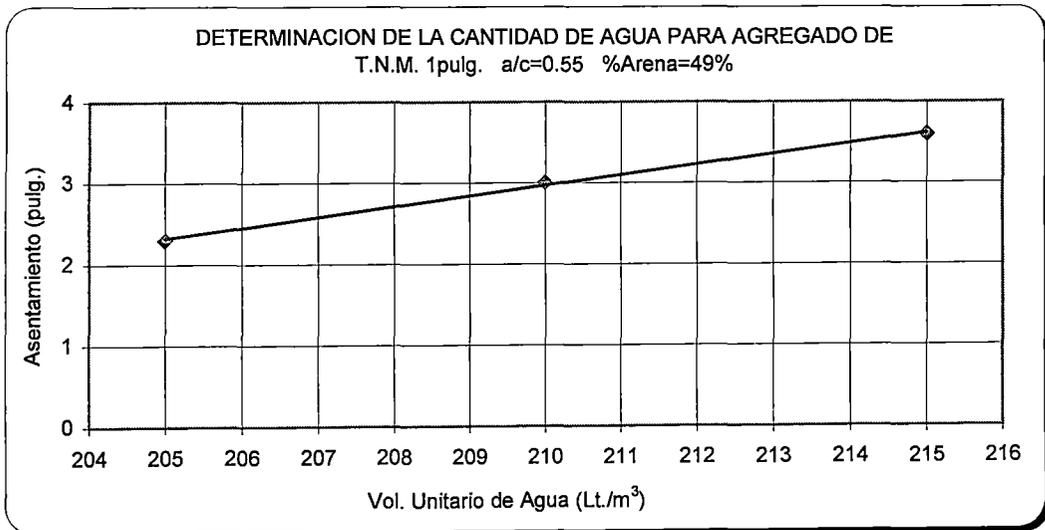
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-1**

DESCRIPCION	PESO	PESO	OBRA	DISEÑO	ASENTAMIENTO
	SECO	OBRA	UNITARIA	PARA 48 kg.	
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg,	kg.	pulg.
<b>PRUEBA N°1 :</b>	%rf =	49.0	AGUA =	205.0	2.30
CEMENTO	372.73	372.73	1.00	7.55	
AGUA	205.00	207.38	0.56	4.20	
ARENA	871.84	878.91	2.36	17.80	
PIEDRA	907.43	910.97	2.44	18.45	
<b>PRUEBA N°2 :</b>	%rf =	49.0	AGUA =	210.0	3.00
CEMENTO	381.82	381.82	1.00	7.76	
AGUA	210.00	212.35	0.56	4.31	
ARENA	861.38	868.36	2.27	17.64	
PIEDRA	896.54	900.03	2.36	18.29	
<b>PRUEBA N°3 :</b>	%rf =	49.0	AGUA =	215.0	3.60
CEMENTO	390.91	390.91	1.00	7.97	
AGUA	215.00	217.32	0.56	4.43	
ARENA	850.92	857.81	2.19	17.48	
PIEDRA	885.65	889.10	2.27	18.12	

**GRAFICO C-1**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.60

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 1.50

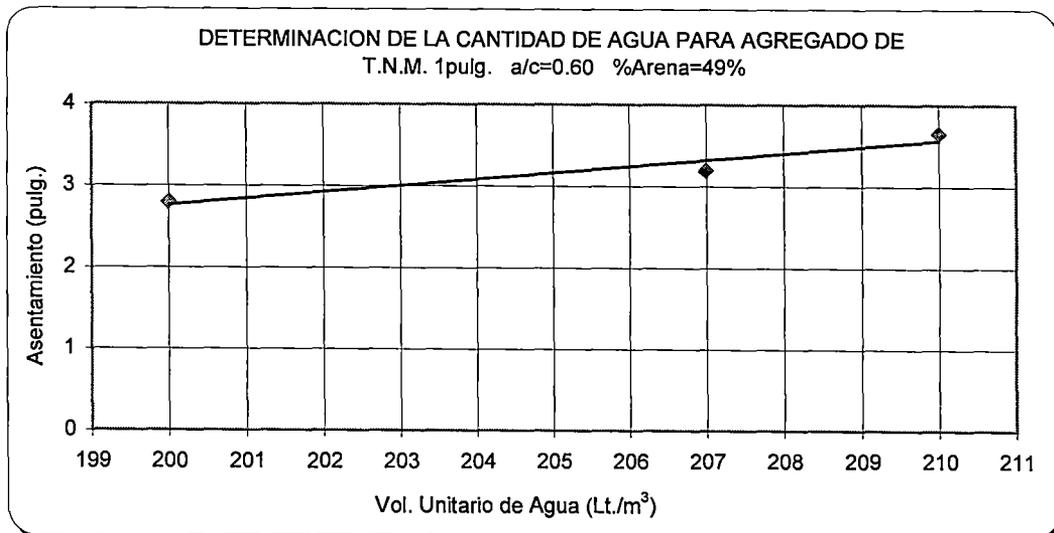
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-2**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg,	kg.	pulg.
<b>PRUEBA N°1 :</b>		%rf = 49.0	AGUA = 200.0		2.80
CEMENTO	333.33	333.33	1.00	6.74	
AGUA	200.00	202.44	0.61	4.09	
ARENA	895.18	902.43	2.71	18.25	
PIEDRA	931.71	935.35	2.81	18.92	
<b>PRUEBA N°2 :</b>		%rf = 49.0	AGUA = 207.0		3.20
CEMENTO	345.00	345.00	1.00	7.01	
AGUA	207.00	209.40	0.61	4.25	
ARENA	880.98	888.11	2.57	18.04	
PIEDRA	916.93	920.51	2.67	18.70	
<b>PRUEBA N°3 :</b>		%rf = 49.0	AGUA = 210.0		3.65
CEMENTO	350.00	350.00	1.00	7.12	
AGUA	210.00	212.39	0.61	4.32	
ARENA	874.89	881.98	2.52	17.95	
PIEDRA	910.60	914.15	2.61	18.60	

**GRAFICO C-2**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.65

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 1.50

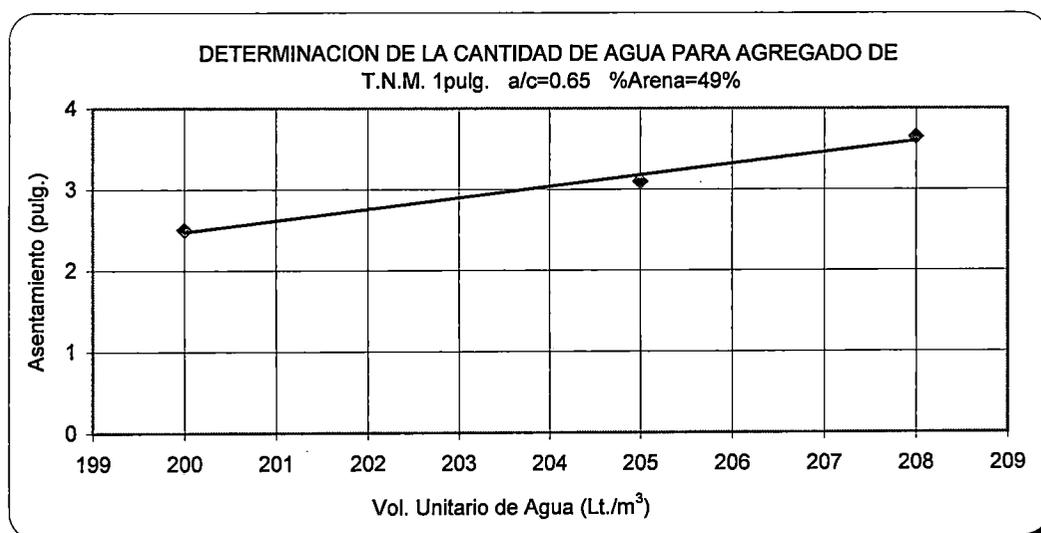
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-3**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	
<b>PRUEBA N°1 :</b> %rf = 49.0 AGUA = 200.0					
CEMENTO	307.69	307.69	1.00	6.23	2.50
AGUA	200.00	202.47	0.66	4.10	
ARENA	906.06	913.40	2.97	18.50	
PIEDRA	943.05	946.72	3.08	19.17	
<b>PRUEBA N°2 :</b> %rf = 49.0 AGUA = 205.0					
CEMENTO	315.38	315.38	1.00	6.41	3.10
AGUA	205.00	207.45	0.66	4.21	
ARENA	896.19	903.45	2.86	18.35	
PIEDRA	932.77	936.41	2.97	19.02	
<b>PRUEBA N°3 :</b> %rf = 49.0 AGUA = 208.0					
CEMENTO	320.00	320.00	1.00	6.51	3.65
AGUA	208.00	210.43	0.66	4.28	
ARENA	890.27	897.48	2.80	18.27	
PIEDRA	926.61	930.22	2.91	18.93	

**GRAFICO C-3**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.70

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 1.50

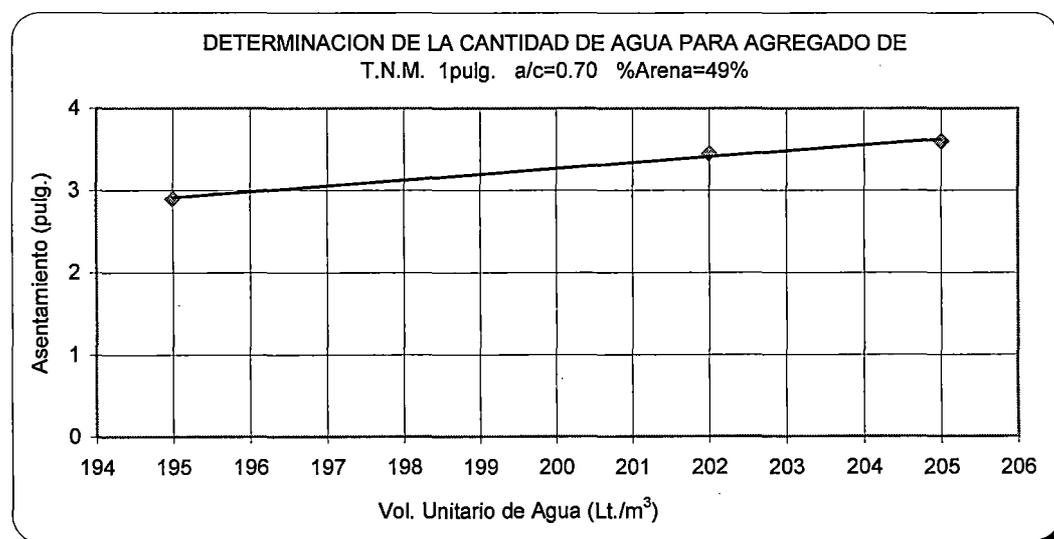
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-4**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg,	kg.	pulg.
<b>PRUEBA N°1 :</b>		%rf = 49.0	AGUA = 195.0		2.90
CEMENTO	278.57	278.57	1.00	5.63	
AGUA	195.00	197.52	0.71	3.99	
ARENA	925.03	932.53	3.35	18.85	
PIEDRA	962.79	966.54	3.47	19.53	
<b>PRUEBA N°2 :</b>		%rf = 49.0	AGUA = 202.0		3.45
CEMENTO	288.57	288.57	1.00	5.86	
AGUA	202.00	204.49	0.71	4.15	
ARENA	911.54	918.93	3.18	18.65	
PIEDRA	948.75	952.45	3.30	19.34	
<b>PRUEBA N°3 :</b>		%rf = 49.0	AGUA = 205.0		3.60
CEMENTO	292.86	292.86	1.00	5.96	
AGUA	205.00	207.47	0.71	4.22	
ARENA	905.76	913.10	3.12	18.57	
PIEDRA	942.73	946.41	3.23	19.25	

**GRAFICO C-4**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.55

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.00

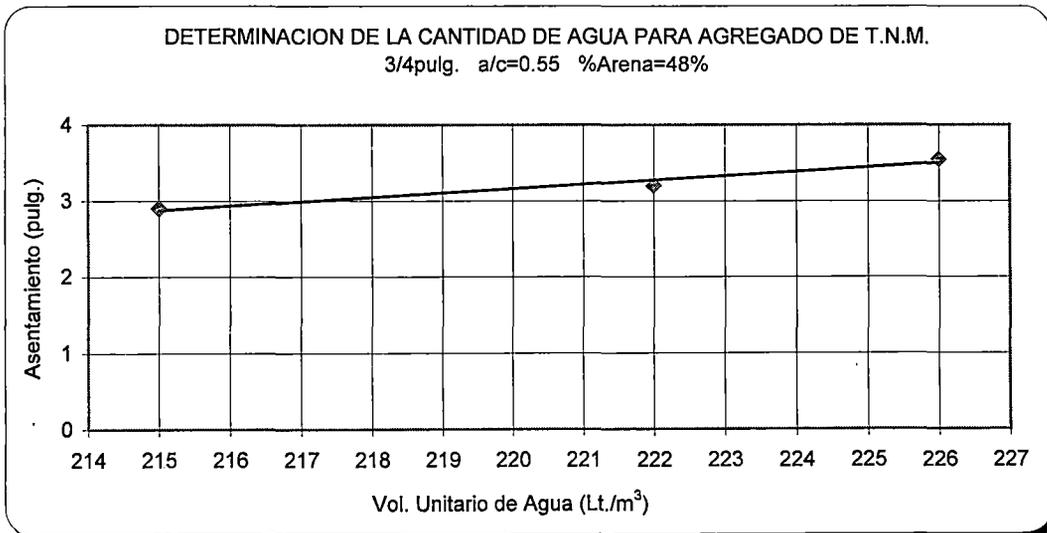
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-5**

DESCRIPCION	PESO	PESO	OBRA	DISEÑO	ASENTAMIENTO
	SECO	OBRA	UNITARIA	PARA 48 kg.	
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	
<b>PRUEBA N°1 :</b>		48.0	AGUA =	215.0	2.90
CEMENTO	390.91	390.91	1.00	8.05	
AGUA	215.00	217.09	0.56	4.47	
ARENA	822.60	829.27	2.12	17.07	
PIEDRA	891.15	894.90	2.29	18.42	
<b>PRUEBA N°2 :</b>		48.0	AGUA =	222.0	3.20
CEMENTO	403.64	403.64	1.00	8.34	
AGUA	222.00	224.05	0.56	4.63	
ARENA	808.33	814.88	2.02	16.85	
PIEDRA	875.69	879.37	2.18	18.18	
<b>PRUEBA N°3 :</b>		48.0	AGUA =	226.0	3.55
CEMENTO	410.91	410.91	1.00	8.52	
AGUA	226.00	228.03	0.55	4.73	
ARENA	800.17	806.66	1.96	16.72	
PIEDRA	866.86	870.50	2.12	18.04	

**GRAFICO C-5**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

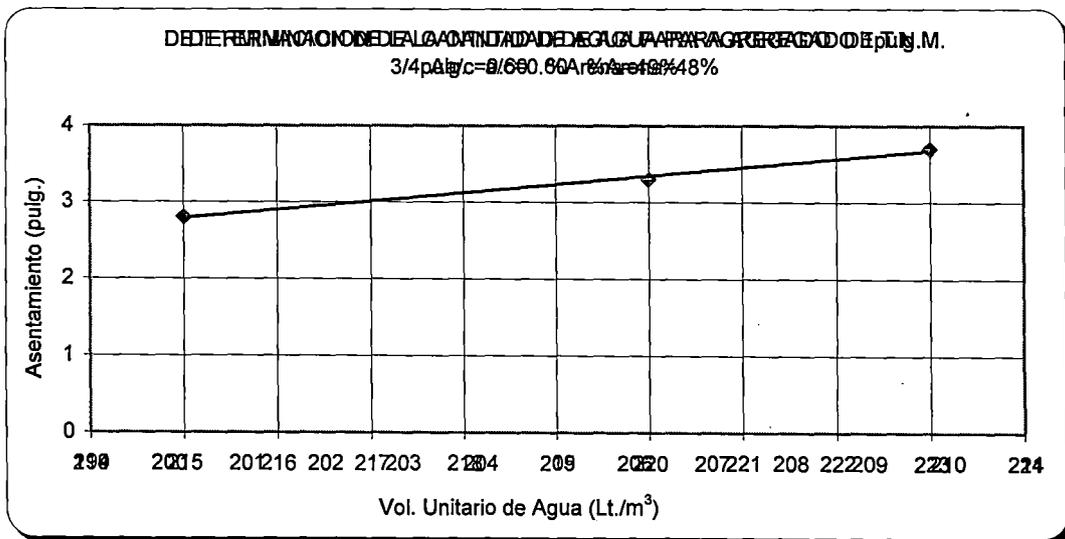
RELACION (A/C) : 0.60  
PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.00

ARENA: CANTERA SAN MARTIN  
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA  
CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-6**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	
<b>PRUEBA N°1 :</b>		48.0	AGUA =	215.0	
CEMENTO	358.33	358.33	1.00	7.39	2.80
AGUA	215.00	217.13	0.61	4.48	
ARENA	836.08	842.85	2.35	17.38	
PIEDRA	905.75	909.56	2.54	18.75	
<b>PRUEBA N°2 :</b>		48.0	AGUA =	220.0	
CEMENTO	366.67	366.67	1.00	7.58	3.30
AGUA	220.00	222.10	0.61	4.59	
ARENA	826.20	832.89	2.27	17.23	
PIEDRA	895.05	898.81	2.45	18.59	
<b>PRUEBA N°3 :</b>		48.0	AGUA =	223.0	
CEMENTO	371.67	371.67	1.00	7.70	3.70
AGUA	223.00	225.08	0.61	4.66	
ARENA	820.27	826.91	2.22	17.14	
PIEDRA	888.63	892.36	2.40	18.49	

**GRAFICO C-6**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.65

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.00

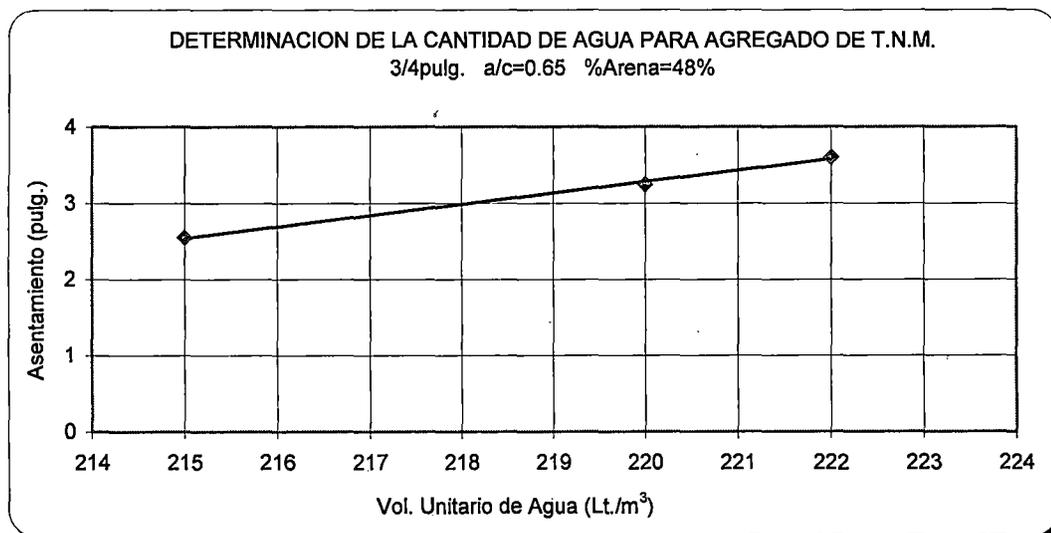
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-7**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	
<b>PRUEBA N°1 :</b>		48.0	AGUA =	215.0	2.55
CEMENTO	330.77	330.77	1.00	6.83	
AGUA	215.00	217.15	0.66	4.48	
ARENA	847.48	854.35	2.58	17.64	
PIEDRA	918.11	921.96	2.79	19.04	
<b>PRUEBA N°2 :</b>		48.0	AGUA =	220.0	3.25
CEMENTO	338.46	338.46	1.00	7.01	
AGUA	220.00	222.13	0.66	4.60	
ARENA	837.87	844.66	2.50	17.50	
PIEDRA	907.69	911.50	2.69	18.89	
<b>PRUEBA N°3 :</b>		48.0	AGUA =	222.0	3.60
CEMENTO	341.54	341.54	1.00	7.09	
AGUA	222.00	224.12	0.66	4.65	
ARENA	834.02	840.78	2.46	17.44	
PIEDRA	903.52	907.32	2.66	18.82	

**GRAFICO C-7**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/4 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.70

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.00

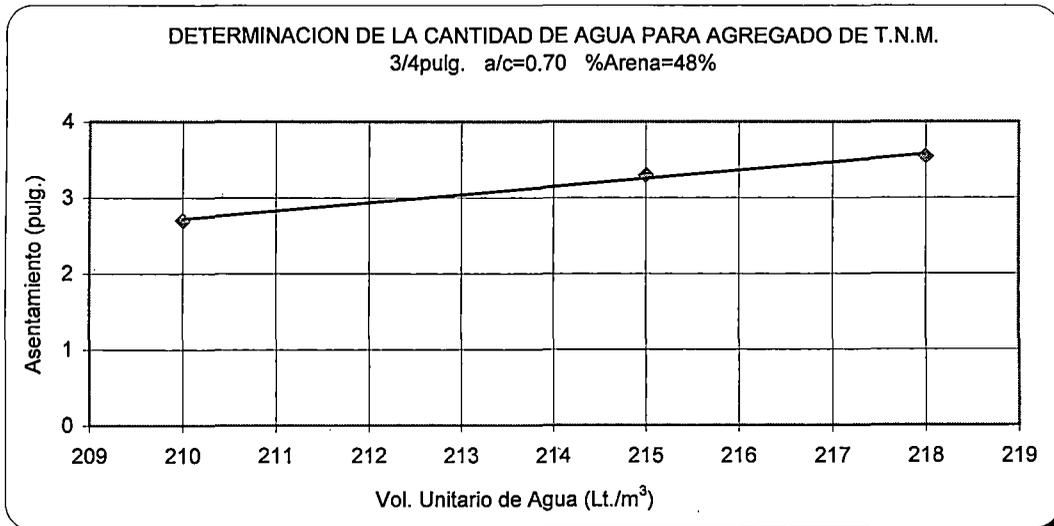
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-8**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg,	kg.	
<b>PRUEBA N°1 :</b>		48.0	AGUA = 210.0		2.70
CEMENTO	300.00	300.00	1.00	6.18	
AGUA	210.00	212.20	0.71	4.37	
ARENA	866.65	873.67	2.91	18.01	
PIEDRA	938.87	942.81	3.14	19.43	
<b>PRUEBA N°2 :</b>		48.0	AGUA = 215.0		3.30
CEMENTO	307.14	307.14	1.00	6.35	
AGUA	215.00	217.18	0.71	4.49	
ARENA	857.26	864.20	2.81	17.87	
PIEDRA	928.70	932.60	3.04	19.29	
<b>PRUEBA N°3 :</b>		48.0	AGUA = 218.0		3.55
CEMENTO	311.43	311.43	1.00	6.45	
AGUA	218.00	220.16	0.71	4.56	
ARENA	851.63	858.52	2.76	17.79	
PIEDRA	922.60	926.47	2.97	19.20	

**GRAFICO C-8**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

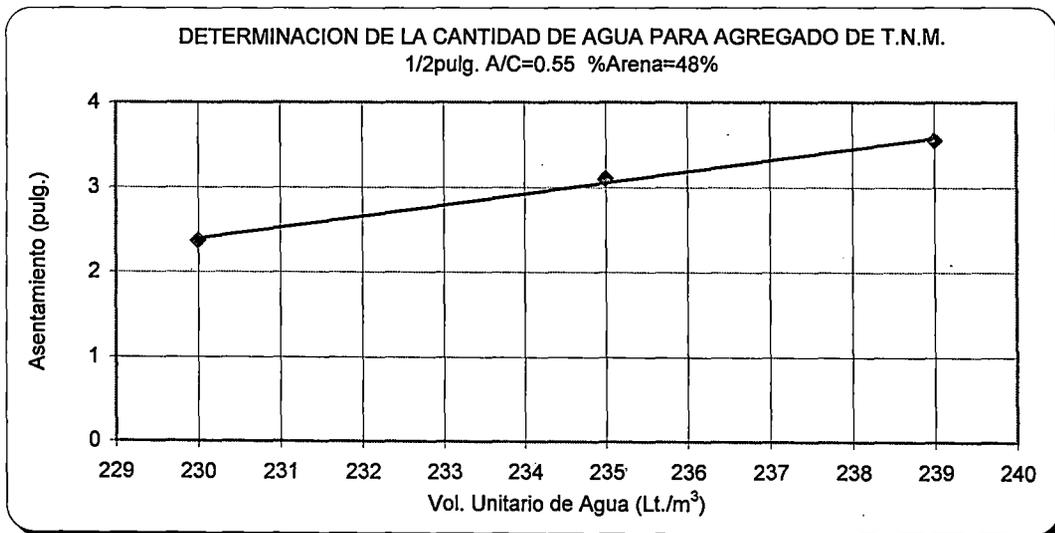
RELACION (A/C) : 0.55  
PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.50

ARENA: CANTERA SAN MARTIN  
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA  
CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-9**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	pulg.
<b>PRUEBA N°1 :</b>	%rf =	48.0	AGUA =	230.0	
CEMENTO	418.18	418.18	1.00	8.75	2.37
AGUA	230.00	232.25	0.56	4.86	
ARENA	784.08	790.43	1.89	16.54	
PIEDRA	849.42	853.07	2.04	17.85	
<b>PRUEBA N°2 :</b>	%rf =	48.0	AGUA =	235.0	
CEMENTO	427.27	427.27	1.00	8.97	3.10
AGUA	235.00	237.22	0.56	4.98	
ARENA	773.90	780.17	1.83	16.38	
PIEDRA	838.40	842.00	1.97	17.67	
<b>PRUEBA N°3 :</b>	%rf =	48.0	AGUA =	239.0	
CEMENTO	434.55	434.55	1.00	9.14	3.55
AGUA	239.00	241.20	0.56	5.08	
ARENA	765.76	771.97	1.78	16.25	
PIEDRA	829.58	833.15	1.92	17.53	

**GRAFICO C-9**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.60

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.50

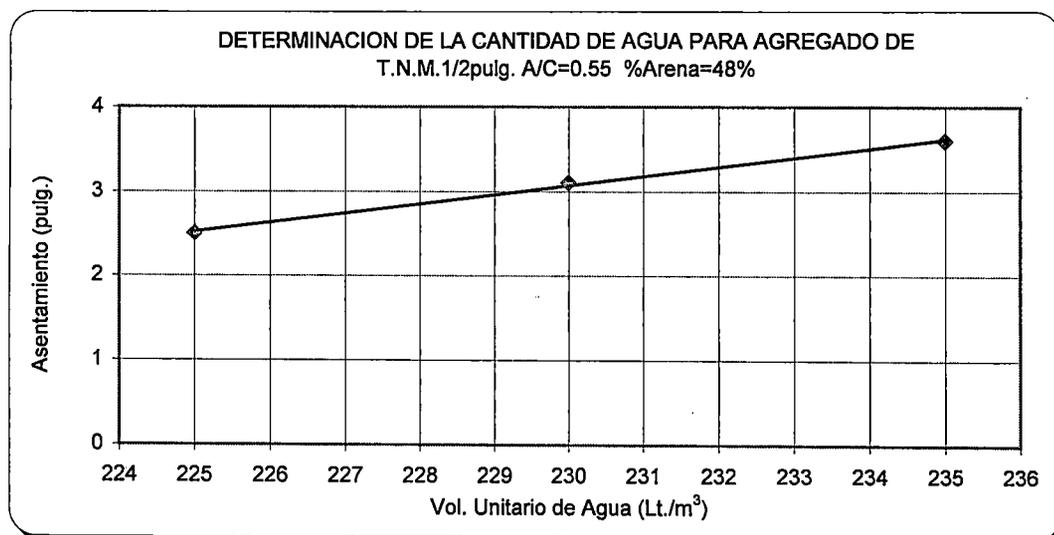
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-10**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	
<b>PRUEBA N°1 :</b>	%f = 48.0		AGUA = 225.0		2.50
CEMENTO	375.00	375.00	1.00	7.84	
AGUA	225.00	227.32	0.61	4.75	
ARENA	808.33	814.88	2.17	17.03	
PIEDRA	875.69	879.46	2.35	18.38	
<b>PRUEBA N°2 :</b>	%f = 48.0		AGUA = 230.0		3.10
CEMENTO	383.33	383.33	1.00	8.04	
AGUA	230.00	232.29	0.61	4.87	
ARENA	798.47	804.94	2.10	16.88	
PIEDRA	865.01	868.73	2.27	18.21	
<b>PRUEBA N°3 :</b>	%f = 48.0		AGUA = 235.0		3.60
CEMENTO	391.67	391.67	1.00	8.24	
AGUA	235.00	237.26	0.61	4.99	
ARENA	788.61	795.00	2.03	16.72	
PIEDRA	854.33	858.00	2.19	18.05	

**GRAFICO C-10**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.65

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.50

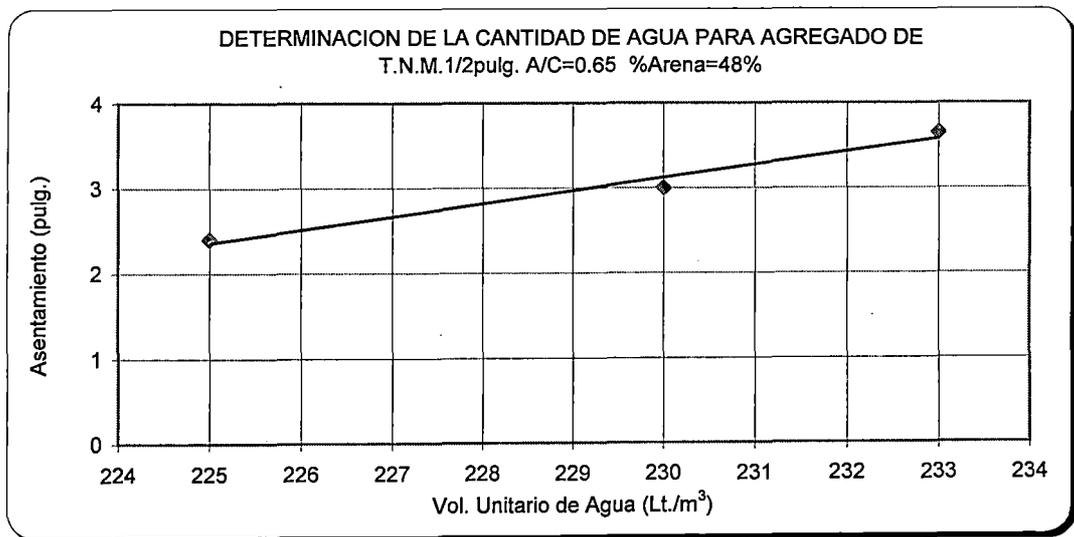
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-11**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg,	kg.	pulg.
<b>PRUEBA N°1 :</b>	%rf = 48.0		AGUA = 225.0		2.40
CEMENTO	346.15	346.15	1.00	7.25	
AGUA	225.00	227.35	0.66	4.76	
ARENA	820.24	826.89	2.39	17.31	
PIEDRA	888.60	892.42	2.58	18.68	
<b>PRUEBA N°2 :</b>	%rf = 48.0		AGUA = 230.0		3.00
CEMENTO	353.85	353.85	1.00	7.43	
AGUA	230.00	232.32	0.66	4.88	
ARENA	810.65	817.21	2.31	17.16	
PIEDRA	878.20	881.98	2.49	18.52	
<b>PRUEBA N°3 :</b>	%rf = 48.0		AGUA = 233.0		3.65
CEMENTO	358.46	358.46	1.00	7.54	
AGUA	233.00	235.31	0.66	4.95	
ARENA	804.89	811.41	2.26	17.08	
PIEDRA	871.96	875.71	2.44	18.43	

**GRAFICO C-11**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 1/2 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.70

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 2.50

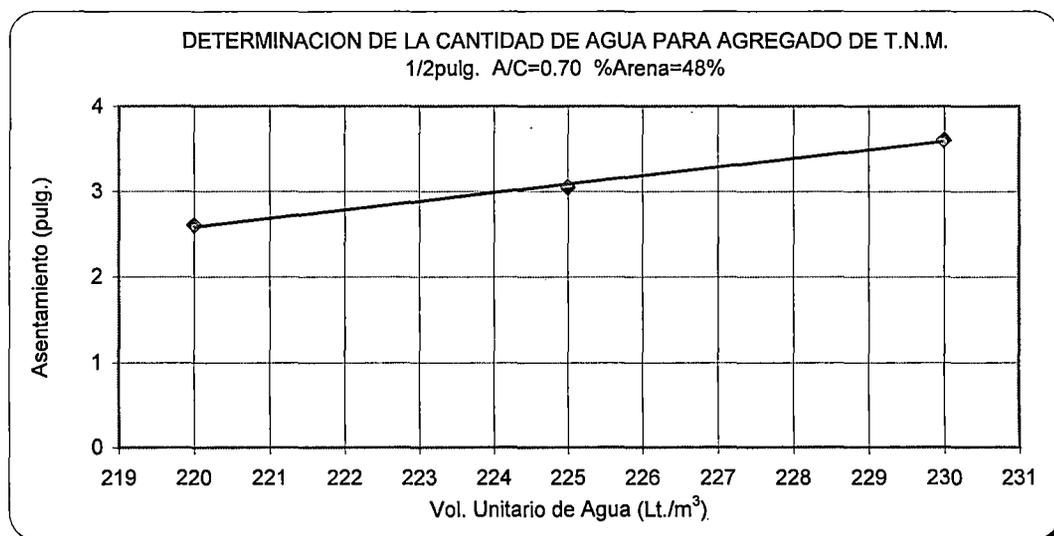
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-12**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	
<b>PRUEBA N°1 :</b>	%rf =	48.0	AGUA =	220.0	2.60
CEMENTO	314.29	314.29	1.00	6.57	
AGUA	220.00	222.41	0.71	4.65	
ARENA	839.83	846.63	2.69	17.69	
PIEDRA	909.81	913.72	2.91	19.09	
<b>PRUEBA N°2 :</b>	%rf =	48.0	AGUA =	225.0	3.05
CEMENTO	321.43	321.43	1.00	6.74	
AGUA	225.00	227.38	0.71	4.77	
ARENA	830.45	837.18	2.60	17.55	
PIEDRA	899.66	903.53	2.81	18.94	
<b>PRUEBA N°3 :</b>	%rf =	48.0	AGUA =	230.0	3.60
CEMENTO	328.57	328.57	1.00	6.91	
AGUA	230.00	232.35	0.71	4.89	
ARENA	821.08	827.73	2.52	17.41	
PIEDRA	889.51	893.33	2.72	18.79	

**GRAFICO C-12**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.55

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 3.00

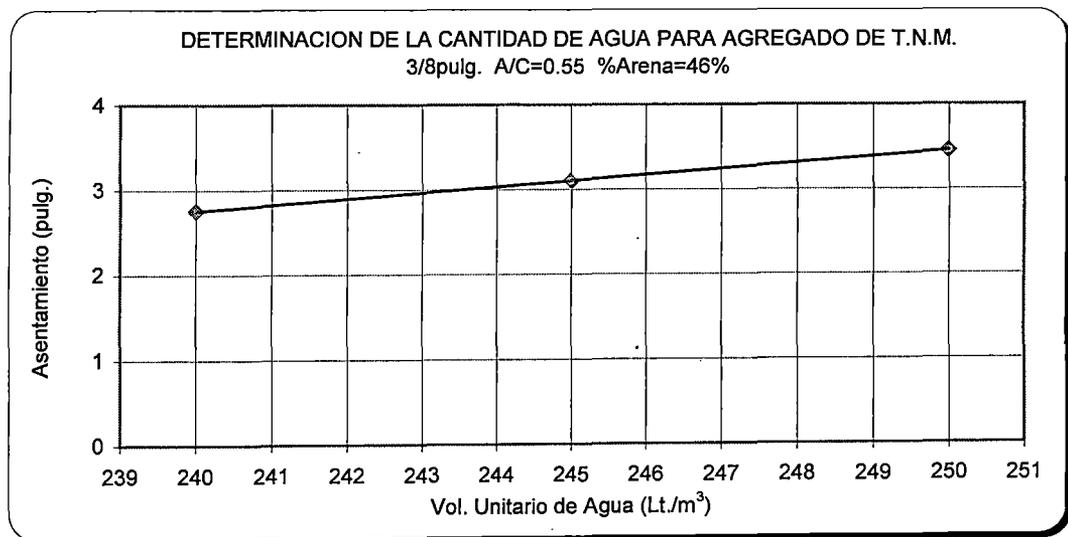
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-13**

DESCRIPCION	PESO	PESO	OBRA	DISEÑO	ASENTAMIENTO
	SECO	OBRA	UNITARIA	PARA 48 kg.	
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	pulg.
<b>PRUEBA N°1 :</b>	%rf =	46.0	AGUA =	240.0	2.75
CEMENTO	436.36	436.36	1.00	9.24	
AGUA	240.00	242.30	0.56	5.13	
ARENA	725.92	731.80	1.68	15.50	
PIEDRA	852.16	855.66	1.96	18.12	
<b>PRUEBA N°2 :</b>	%rf =	46.0	AGUA =	245.0	3.10
CEMENTO	445.45	445.45	1.00	9.47	
AGUA	245.00	247.27	0.56	5.25	
ARENA	716.16	721.96	1.62	15.34	
PIEDRA	840.71	844.16	1.90	17.94	
<b>PRUEBA N°3 :</b>	%rf =	46.0	AGUA =	250.0	3.45
CEMENTO	454.55	454.55	1.00	9.69	
AGUA	250.00	252.24	0.55	5.38	
ARENA	706.41	712.13	1.57	15.18	
PIEDRA	829.26	832.66	1.83	17.75	

**GRAFICO C-13**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.60

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 3.00

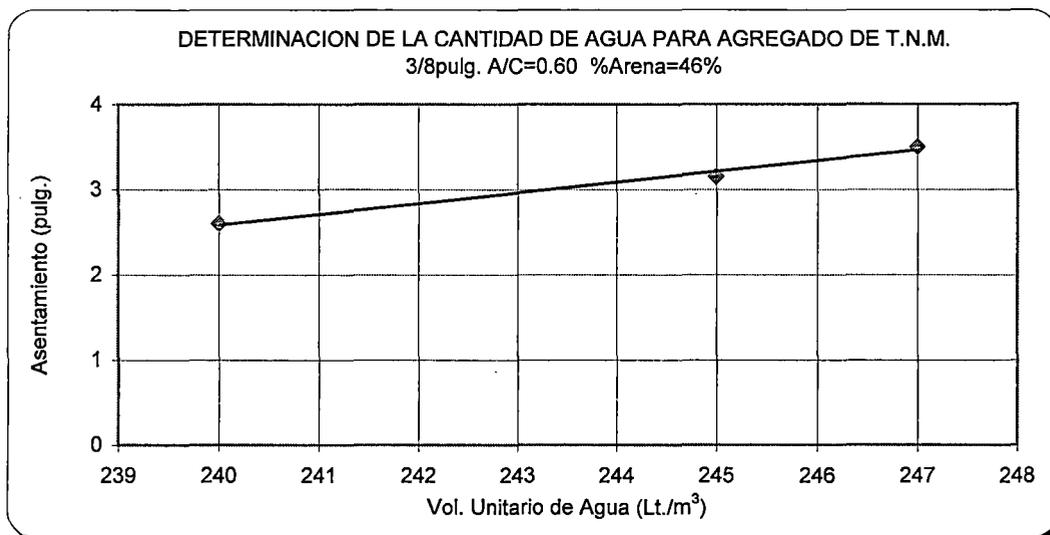
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-14**

DESCRIPCION	PESO SECO	PESO OBRA	OBRA UNITARIA	DISEÑO PARA 48 kg.	ASENTAMIENTO
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	
<b>PRUEBA N°1 :</b>		%rf = 46.0	AGUA = 240.0		2.60
CEMENTO	400.00	400.00	1.00	8.49	
AGUA	240.00	242.35	0.61	5.14	
ARENA	740.31	746.31	1.87	15.84	
PIEDRA	869.06	872.62	2.18	18.52	
<b>PRUEBA N°2 :</b>		%rf = 46.0	AGUA = 245.0		3.15
CEMENTO	408.33	408.33	1.00	8.70	
AGUA	245.00	247.32	0.61	5.27	
ARENA	730.86	736.78	1.80	15.69	
PIEDRA	857.96	861.48	2.11	18.35	
<b>PRUEBA N°3 :</b>		%rf = 46.0	AGUA = 247.0		3.50
CEMENTO	411.67	411.67	1.00	8.78	
AGUA	247.00	249.31	0.61	5.32	
ARENA	727.08	732.96	1.78	15.63	
PIEDRA	853.52	857.02	2.08	18.28	

**GRAFICO C-14**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.65

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 3.00

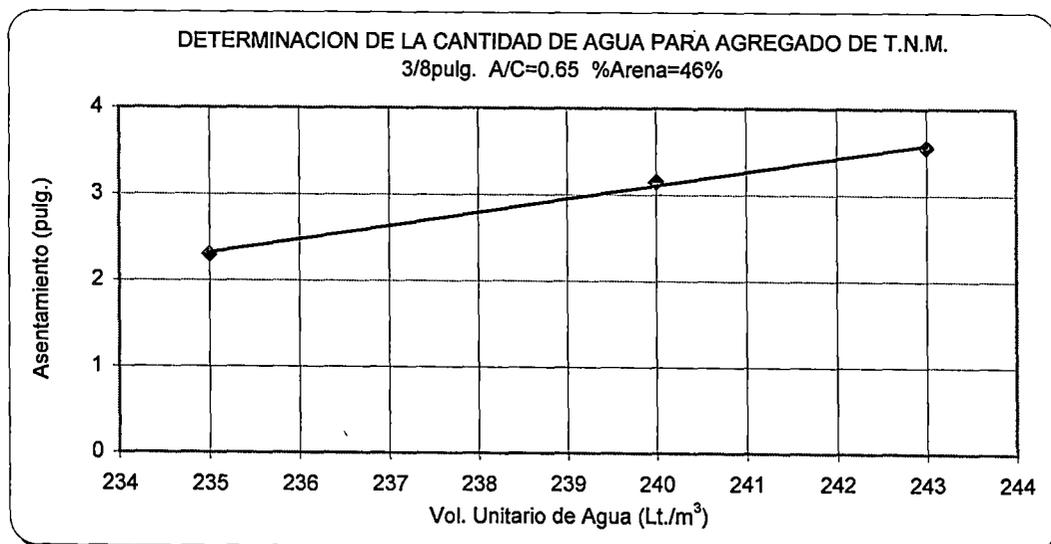
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-15**

DESCRIPCION	PESO	PESO	OBRA	DISEÑO	ASENTAMIENTO
	SECO	OBRA	UNITARIA	PARA 48 kg.	
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	pulg.
<b>PRUEBA N°1 :</b>	%rf = 46.0		AGUA = 235.0		2.30
CEMENTO	361.54	361.54	1.00	7.66	
AGUA	235.00	237.42	0.66	5.03	
ARENA	761.69	767.86	2.12	16.28	
PIEDRA	894.16	897.82	2.48	19.03	
<b>PRUEBA N°2 :</b>	%rf = 46.0		AGUA = 240.0		3.15
CEMENTO	369.23	369.23	1.00	7.85	
AGUA	240.00	242.39	0.66	5.15	
ARENA	752.49	758.58	2.05	16.13	
PIEDRA	883.36	886.98	2.40	18.86	
<b>PRUEBA N°3 :</b>	%rf = 46.0		AGUA = 243.0		3.55
CEMENTO	373.85	373.85	1.00	7.97	
AGUA	243.00	245.37	0.66	5.23	
ARENA	746.97	753.02	2.01	16.05	
PIEDRA	876.88	880.47	2.36	18.76	

**GRAFICO C-15**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO CON AGREGADO DE T.N.M. 3/8 pulg.  
PARA LA OBTENCION DEL AGUA REQUERIDA**

RELACION (A/C) : 0.70

ARENA: CANTERA SAN MARTIN

PORCENTAJE DE VACIOS (%) : 3.00

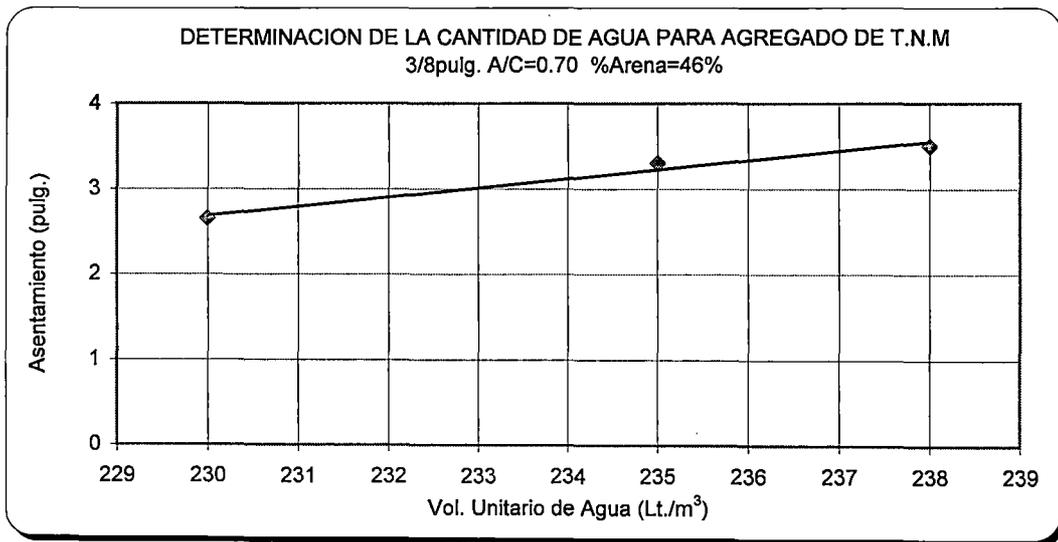
PIEDRA: CANTERA LA GLORIA

CEMENTO: TIPO I - SOL

**CUADRO C-16**

DESCRIPCION	PESO	PESO	OBRA	DISEÑO	ASENTAMIENTO
	SECO	OBRA	UNITARIA	PARA 48 kg.	
	kg./m <sup>3</sup>	kg./m <sup>3</sup>	kg.	kg.	pulg.
<b>PRUEBA N°1 :</b>	%rf =	46.0	AGUA =	230.0	2.65
CEMENTO	328.57	328.57	1.00	6.95	
AGUA	230.00	232.48	0.71	4.92	
ARENA	780.89	787.22	2.40	16.66	
PIEDRA	916.70	920.46	2.80	19.47	
<b>PRUEBA N°2 :</b>	%rf =	46.0	AGUA =	235.0	3.30
CEMENTO	335.71	335.71	1.00	7.13	
AGUA	235.00	237.45	0.71	5.04	
ARENA	771.91	778.16	2.32	16.52	
PIEDRA	906.16	909.87	2.71	19.31	
<b>PRUEBA N°3 :</b>	%rf =	46.0	AGUA =	238.0	3.50
CEMENTO	340.00	340.00	1.00	7.23	
AGUA	238.00	240.43	0.71	5.11	
ARENA	766.52	772.73	2.27	16.44	
PIEDRA	899.83	903.52	2.66	19.22	

**GRAFICO C-16**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

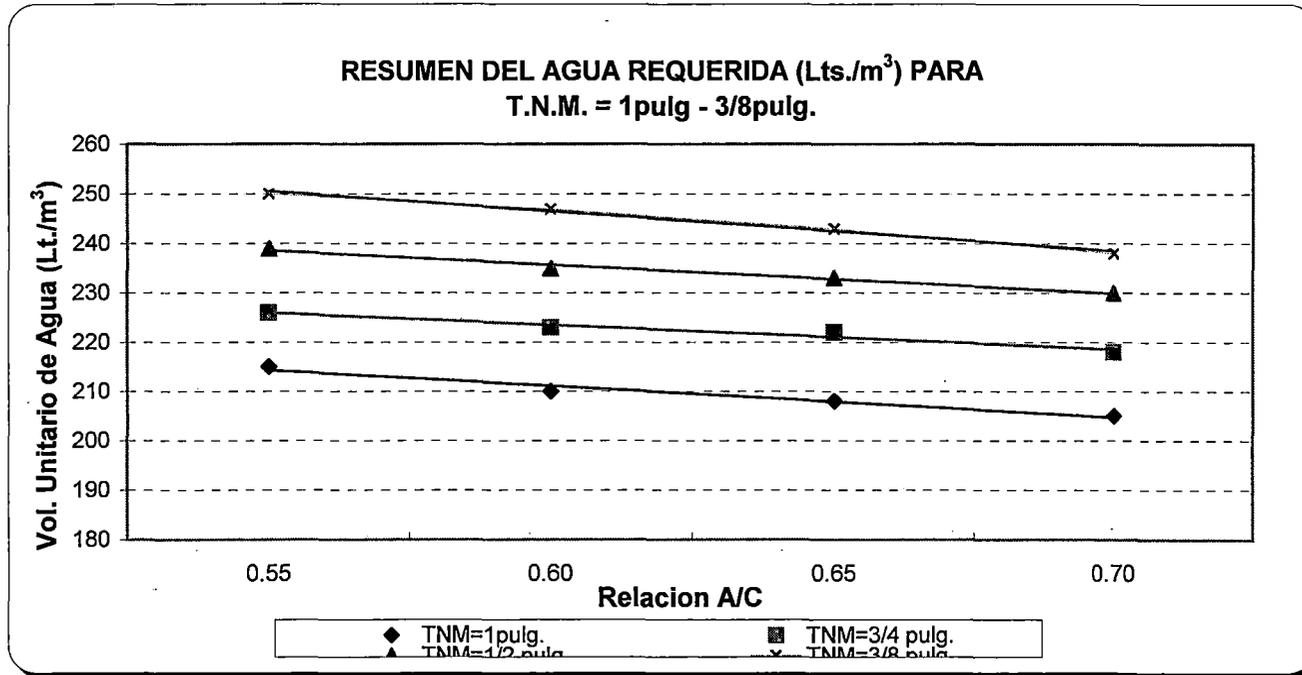
**RESUMEN DEL AGUA REQUERIDA PARA T.N.M. = 1 pulg - 3/8 pulg.**

**CUADRO c-17**

RELACION	VOL. UNITARIO AGUA (m <sup>3</sup> /lt.)			
	TNM=1pulg.	TNM=3/4pulg.	TNM=1/2pulg.	TNM=3/8pulg.
0.55	215	226	239	250
0.60	210	223	235	247
0.65	208	222	233	243
0.70	205	218	230	238

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

GRAFICO C-17



# **ANEXO D.**

**EL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.**

**ANEXO D: EL CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

CUADROS	DESCRIPCION
CUADRO D-1	ENSAYO DE CONSISTENCIA PARA T.N.M. 1 pulg - 3/8 pulg.
CUADRO D-2.1	ENSAYO DE FLUIDEZ PARA T.N.M. 1 pulg.
CUADRO D-2.2	ENSAYO DE FLUIDEZ PARA T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO D-2.3	ENSAYO DE FLUIDEZ PARA T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO D-2.4	ENSAYO DE FLUIDEZ PARA T.N.M. 3/8 pulg.
CUADRO D-3.1	ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA T.N.M. 1 pulg.
CUADRO D-3.2	ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO D-3.3	ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO D-3.4	ENSAYO DE PESO UNITARIO PARA T.N.M. 3/8 pulg.
CUADRO D-4.1	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO D-4.2	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO D-4.3	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO D-4.4	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO D-4.5	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO D-4.6	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO D-4.7	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO D-4.8	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO D-4.9	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO D-4.10	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO D-4.11	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO D-4.12	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO D-4.13	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO D-4.14	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO D-4.15	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO D-4.16	ENSAYO DE EXUDACION PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.70)

# **ANEXO D-1**

## **ENSAYO DE CONSISTENCIA**

## ENSAYO DE CONSISTENCIA

**CUADRO D-1**

T.N.M.	RELACION	ASENTAMIENTO (pulg.)			ASENTAMIENTO PROMEDIO
	a/c	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	(pulg.)
1 pulg.	0.55	3.60	3.70	3.80	3.70
	0.60	3.70	3.80	3.75	3.75
	0.65	3.60	3.65	3.70	3.65
	0.70	3.60	3.70	3.50	3.60
3/4 pulg.	0.55	3.75	3.80	3.70	3.75
	0.60	3.80	3.70	3.60	3.70
	0.65	3.60	3.75	3.45	3.60
	0.70	3.50	3.60	3.55	3.55
1/2 pulg.	0.55	3.60	3.70	3.80	3.70
	0.60	3.65	3.75	3.55	3.65
	0.65	3.70	3.50	3.60	3.60
	0.70	3.50	3.60	3.70	3.60
3/8 pulg.	0.55	3.70	3.60	3.65	3.65
	0.60	3.55	3.65	3.75	3.65
	0.65	3.50	3.60	3.55	3.55
	0.70	3.60	3.50	3.40	3.50

# **ANEXO D-2**

**ENSAYO DE FLUIDES**

**ENSAYO DE FLUIDEZ  
PARA T.N.M. 1 pulg.**

**CUADRO D-2.1**

RELACIÓN a/c	ITEM	DIAMETRO (D) cm.	% FLUIDEZ (D-25)/25*100	% FLUIDEZ PROMEDIO
0.55	1	46.50	86.00	86.67
	2	46.00	84.00	
	3	47.00	88.00	
	4	47.50	90.00	
	5	46.00	84.00	
	6	47.00	88.00	
0.60	1	47.00	88.00	90.33
	2	48.50	94.00	
	3	47.50	90.00	
	4	48.00	92.00	
	5	47.50	90.00	
	6	47.00	88.00	
0.65	1	47.50	90.00	93.00
	2	48.50	94.00	
	3	49.00	96.00	
	4	48.00	92.00	
	5	48.50	94.00	
	6	48.00	92.00	
0.70	1	51.00	104.00	99.33
	2	49.00	96.00	
	3	50.00	100.00	
	4	52.00	108.00	
	5	48.00	92.00	
	6	49.00	96.00	

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE FLUIDEZ  
PARA T.N.M. 3/4 pulg.**

**CUADRO D-2.2**

RELACIÓN a/c	ITEM	DIAMETRO (D) cm.	% FLUIDEZ (D-25)/25*100	% FLUIDEZ PROMEDIO
0.55	1	46.00	84.00	81.00
	2	44.50	78.00	
	3	45.50	82.00	
	4	46.50	86.00	
	5	44.00	76.00	
	6	45.00	80.00	
0.60	1	45.50	82.00	83.33
	2	46.00	84.00	
	3	46.50	86.00	
	4	46.00	84.00	
	5	45.00	80.00	
	6	46.00	84.00	
0.65	1	45.00	80.00	87.33
	2	46.50	86.00	
	3	49.00	96.00	
	4	47.00	88.00	
	5	47.00	88.00	
	6	46.50	86.00	
0.70	1	47.00	88.00	94.00
	2	49.50	98.00	
	3	50.00	100.00	
	4	49.50	98.00	
	5	46.00	84.00	
	6	49.00	96.00	

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE FLUIDEZ  
PARA T.N.M. 1/2 pulg.**

**CUADRO D-2.3**

RELACIÓN a/c	ITEM	DIAMETRO (D) cm.	% FLUIDEZ (D-25)/25*100	% FLUIDEZ PROMEDIO
0.55	1	45.00	80.00	75.00
	2	43.00	72.00	
	3	43.00	72.00	
	4	42.50	70.00	
	5	44.50	78.00	
	6	44.50	78.00	
0.60	1	46.00	84.00	81.33
	2	46.50	86.00	
	3	44.50	78.00	
	4	44.00	76.00	
	5	45.00	80.00	
	6	46.00	84.00	
0.65	1	45.50	82.00	82.00
	2	45.50	82.00	
	3	45.50	82.00	
	4	45.50	82.00	
	5	45.50	82.00	
	6	45.50	82.00	
0.70	1	46.50	86.00	83.00
	2	46.00	84.00	
	3	45.00	80.00	
	4	44.00	76.00	
	5	47.00	88.00	
	6	46.00	84.00	

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE FLUIDEZ  
PARA T.N.M. 3/8 pulg.**

**CUADRO D-2.4**

RELACIÓN a/c	ITEM	DIAMETRO (D) cm.	% FLUIDEZ (D-25)/25*100	% FLUIDEZ PROMEDIO
0.55	1	42.00	68.00	71.33
	2	42.50	70.00	
	3	43.00	72.00	
	4	44.50	78.00	
	5	41.00	64.00	
	6	44.00	76.00	
0.60	1	41.00	64.00	69.67
	2	43.00	72.00	
	3	44.00	76.00	
	4	41.50	66.00	
	5	42.00	68.00	
	6	43.00	72.00	
0.65	1	45.00	80.00	76.67
	2	45.50	82.00	
	3	42.00	68.00	
	4	42.00	68.00	
	5	45.50	82.00	
	6	45.00	80.00	
0.70	1	46.00	84.00	81.33
	2	43.00	72.00	
	3	47.00	88.00	
	4	45.00	80.00	
	5	48.00	92.00	
	6	43.00	72.00	

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

# **ANEXO D-3**

**ENSAYO DE PESO UNITARIO**

**ENSAYO DE PESO UNITARIO  
PARA T.N.M. DE 1 pulg.**

**CUADRO D-3.1**

RELACION a/c	ENSAYO	PESO DEL MOLDE + CONCRETO kg.	PESO DEL MOLDE kg.	PESO DEL CONCRETO kg.	PESO UNITARIO kg./m <sup>3</sup>
0.55	1	43.5	9.5	34.0	2,401
	2	43.3	9.5	33.8	2,387
	3	43.6	9.5	34.1	2,408
	PROMEDIO				
0.60	1	43.7	9.5	34.2	2,416
	2	43.5	9.5	34.0	2,401
	3	44.0	9.5	34.5	2,437
	PROMEDIO				
0.65	1	43.6	9.5	34.1	2,408
	2	43.9	9.5	34.4	2,430
	3	43.8	9.5	34.3	2,423
	PROMEDIO				
0.70	1	43.8	9.5	34.3	2,423
	2	43.7	9.5	34.2	2,416
	3	44.1	9.5	34.6	2,444
	PROMEDIO				

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE PESO UNITARIO  
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

**CUADRO D-3.2**

RELACION a/c	ENSAYO	PESO DEL MOLDE + CONCRETO kg.	PESO DEL MOLDE kg.	PESO DEL CONCRETO kg.	PESO UNITARIO kg./m <sup>3</sup>
0.55	1	42.9	9.5	33.4	2,359
	2	43.4	9.5	33.9	2,394
	3	43.0	9.5	33.5	2,366
	PROMEDIO				
0.60	1	43.3	9.5	33.8	2,387
	2	43.3	9.5	33.6	2,373
	3	43.5	9.5	33.5	2,366
	PROMEDIO				
0.65	1	43.1	9.5	33.6	2,373
	2	43.3	9.5	33.8	2,387
	3	43.3	9.5	33.8	2,387
	PROMEDIO				
0.70	1	43.7	9.5	34.2	2,416
	2	43.5	9.5	34.0	2,401
	3	43.4	9.5	33.9	2,394
	PROMEDIO				

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE PESO UNITARIO  
PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

**CUADRO D-3.3**

RELACION a/c	ENSAYO	PESO DEL MOLDE + CONCRETO kg.	PESO DEL MOLDE kg.	PESO DEL CONCRETO kg.	PESO UNITARIO kg./m <sup>3</sup>
0.55	1	42.7	9.5	33.2	2,345
	2	42.5	9.5	33.0	2,331
	3	42.8	9.5	33.3	2,352
	PROMEDIO				
0.60	1	42.6	9.5	33.1	2,338
	2	42.9	9.5	33.4	2,359
	3	42.8	9.5	33.3	2,352
	PROMEDIO				
0.65	1	42.9	9.5	33.4	2,359
	2	43.1	9.5	33.6	2,373
	3	43.2	9.5	33.7	2,380
	PROMEDIO				
0.70	1	42.8	9.5	33.3	2,352
	2	43.0	9.5	33.5	2,366
	3	43.1	9.5	33.6	2,373
	PROMEDIO				

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE PESO UNITARIO  
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

**CUADRO D-3.4**

RELACION a/c	ENSAYO	PESO DEL MOLDE + CONCRETO kg.	PESO DEL MOLDE kg.	PESO DEL CONCRETO kg.	PESO UNITARIO kg./m <sup>3</sup>
0.55	1	42.8	9.5	33.3	2,352
	2	42.5	9.5	33.0	2,331
	3	42.6	9.5	33.1	2,338
	PROMEDIO				
0.60	1	42.4	9.5	32.9	2,324
	2	42.7	9.5	33.2	2,345
	3	42.5	9.5	33.0	2,331
	PROMEDIO				
0.65	1	42.9	9.5	33.4	2,359
	2	42.6	9.5	33.1	2,338
	3	42.9	9.5	33.4	2,359
	PROMEDIO				
0.70	1	43.0	9.5	33.5	2,366
	2	42.8	9.5	33.3	2,352
	3	42.9	9.5	33.4	2,359
	PROMEDIO				

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

# **ANEXO D-4**

## **ENSAYO DE EXUDACION**

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 1 pulg.**

RELACION A/C = 0.55

A	Cemento (kg.)	7.97
B	Agua (lts.)	4.43
C	Arena (kg.)	17.48
D	Piedra (kg.)	18.12
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.35
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.85
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,123.53

**CUADRO D-4.1**

hora de inicio = 9:20 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
09:30	10	10	6.0	6.0	0.0118	0.0012
09:40	10	20	8.0	14.0	0.0276	0.0028
09:50	10	30	9.0	23.0	0.0454	0.0045
10:00	10	40	13.0	36.0	0.0710	0.0071
10:30	30	70	20.0	56.0	0.1105	0.0037
11:00	30	100	15.0	71.0	0.1401	0.0047
11:30	30	130	8.0	79.0	0.1559	0.0052
12:00	30	160	1.0	80.0	0.1579	0.0053
12:30	30	190	0.0	80.0	0.1579	0.0053

<b>% EXUDACION</b>
% EXUDACION = $D \times 100 / J = 2.56$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 1 pulg.**

RELACION A/C = 0.60

A	Cemento (kg.)	7.13
B	Agua (lts.)	4.32
C	Arena (kg.)	17.95
D	Piedra (kg.)	18.60
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.30
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.80
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,042.00

**CUADRO D-4.2**

hora de inicio = 13:00 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
13:10	10	10	4.0	4.0	0.0079	0.0008
13:20	10	20	8.0	12.0	0.0237	0.0024
13:30	10	30	7.0	19.0	0.0375	0.0037
13:40	10	40	13.0	32.0	0.0632	0.0063
14:10	30	70	17.0	49.0	0.0967	0.0032
14:40	30	100	14.0	63.0	0.1243	0.0041
15:10	30	130	9.0	72.0	0.1421	0.0047
15:40	30	160	7.0	79.0	0.1559	0.0052
16:10	30	190	1.0	80.0	0.1579	0.0053

<b>% EXUDACION</b>
% EXUDACION = $D \times 100 / J = 2.63$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 1 pulg.**

RELACION A/C = 0.65

A	Cemento (kg.)	6.51
B	Agua (lts.)	4.28
C	Arena (kg.)	18.28
D	Piedra (kg.)	18.93
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.25
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.75
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,009.38

**CUADRO D-4.3**

hora de inicio = 10:15 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
10:25	10	10	7.0	7.0	0.0138	0.0014
10:35	10	20	9.0	16.0	0.0316	0.0032
10:45	10	30	15.0	31.0	0.0612	0.0061
10:55	10	40	18.0	49.0	0.0967	0.0097
11:25	30	70	20.0	69.0	0.1362	0.0045
11:55	30	100	16.0	85.0	0.1678	0.0056
12:25	30	130	10.0	95.0	0.1875	0.0062
12:55	30	160	9.0	104.0	0.2052	0.0068
13:25	30	190	4.0	108.0	0.2131	0.0071
13:55	30	220	0.0	108.0	0.2131	0.0071

<b>% EXUDACION</b>		
<b>% EXUDACION =</b>	<b>D x 100 / J =</b>	<b>3.22</b>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 1 pulg.**

RELACION A/C = 0.70

A	Cemento (kg.)	5.96
B	Agua (lts.)	4.22
C	Arena (kg.)	18.57
D	Piedra (kg.)	19.25
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.15
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.65
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	2,958.40

**CUADRO D-4.4**

hora de inicio = 11:50 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
12:00	10	10	22.6	22.6	0.0446	0.0045
12:10	10	20	18.4	41.0	0.0809	0.0081
12:20	10	30	15.9	56.9	0.1123	0.0112
12:30	10	40	11.1	68.0	0.1342	0.0134
13:00	30	70	8.9	76.9	0.1518	0.0051
13:30	30	100	5.6	82.5	0.1628	0.0054
14:00	30	130	1.5	84.0	0.1658	0.0055
14:30	30	160	0.0	84.0	0.1658	0.0055

<b>% EXUDACION</b>	
% EXUDACION =	$D \times 100 / J = 2.84$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

RELACION A/C = 0.55

A	Cemento (kg.)	8.52
B	Agua (lts.)	4.73
C	Arena (kg.)	16.72
D	Piedra (kg.)	18.04
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.25
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.75
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,322.90

**CUADRO D-4.5**

hora de inicio = 9:50 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
10:00	10	10	4.0	4.0	0.0079	0.0008
10:10	10	20	6.0	10.0	0.0197	0.0020
10:20	10	30	10.0	20.0	0.0395	0.0039
10:30	10	40	16.0	36.0	0.0710	0.0071
11:00	30	70	19.0	55.0	0.1085	0.0036
11:30	30	100	13.0	68.0	0.1342	0.0045
12:00	30	130	6.0	74.0	0.1460	0.0049
12:30	30	160	2.0	76.0		
13:00	30	190	0.0	76.0	0.1500	0.0050

<b>% EXUDACION</b>
<b>% EXUDACION = <math>D \times 100 / J = 2.29</math></b>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

RELACION A/C = 0.60

A	Cemento (kg.)	7.70
B	Agua (lts.)	4.66
C	Arena (kg.)	17.15
D	Piedra (kg.)	18.49
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.15
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.65
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,266.85

**CUADRO D-4.6**

hora de inicio = 11:15 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
11:25	10	10	5.0	5.0	0.0099	0.0010
11:35	10	20	9.0	14.0	0.0276	0.0028
11:45	10	30	11.0	25.0	0.0493	0.0049
11:55	10	40	13.0	38.0	0.0750	0.0075
12:25	30	70	18.0	56.0	0.1105	0.0037
12:55	30	100	12.0	68.0	0.1342	0.0045
13:25	30	130	7.0	75.0	0.1480	0.0049
13:55	30	160	2.0	77.0		
14:25	30	190	1.0	78.0	0.1539	0.0051

<b>% EXUDACION</b>
% EXUDACION = $D \times 100 / J =$ 2.39

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

RELACION A/C = 0.65

A	Cemento (kg.)	7.09
B	Agua (lts.)	4.65
C	Arena (kg.)	17.44
D	Piedra (kg.)	18.82
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.15
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.65
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,259.84

**CUADRO D-4.7**

hora de inicio = 9:35 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
09:45	10	10	7.0	7.0	0.0138	0.0014
09:55	10	20	5.0	12.0	0.0237	0.0024
10:05	10	30	12.0	24.0	0.0474	0.0047
10:15	10	40	15.0	39.0	0.0770	0.0077
10:45	30	70	21.0	60.0	0.1184	0.0039
11:15	30	100	14.0	74.0	0.1460	0.0049
11:45	30	130	9.0	83.0	0.1638	0.0055
12:15	30	160	6.0	89.0	0.1756	0.0059
12:45	30	190	2.0	91.0	0.1796	0.0060
13:15	30	160	0.0	91.0	0.1796	0.0060

<b>% EXUDACION</b>
% EXUDACION = $D \times 100 / J = 2.79$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

RELACION A/C = 0.70

A	Cemento (kg.)	6.45
B	Agua (lts.)	4.56
C	Arena (kg.)	17.79
D	Piedra (kg.)	19.20
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.00
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.50
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,182.50

**CUADRO D-4.8**

hora de inicio = 11:30 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
11:40	10	10	22.0	22.0	0.0434	0.0043
11:50	10	20	17.0	39.0	0.0770	0.0077
12:00	10	30	14.0	53.0	0.1046	0.0105
12:10	10	40	18.0	71.0	0.1401	0.0140
12:40	30	70	12.0	83.0	0.1638	0.0055
13:10	30	100	8.0	91.0	0.1796	0.0060
13:40	30	130	3.0	94.0	0.1855	0.0062
14:10	30	160	0.0	94.0	0.1855	0.0062

<b>% EXUDACION</b>
% EXUDACION = $D \times 100 / J = 2.95$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

RELACION A/C = 0.55

A	Cemento (kg.)	9.14
B	Agua (lts.)	5.08
C	Arena (kg.)	16.25
D	Piedra (kg.)	17.53
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.10
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.60
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,553.13

**CUADRO D-4.9**

hora de inicio = 9:25 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
09:35	10	10	5.0	5.0	0.0099	0.0010
09:45	10	20	9.0	14.0	0.0276	0.0028
09:55	10	30	11.0	25.0	0.0493	0.0049
10:05	10	40	10.0	35.0	0.0691	0.0069
10:35	30	70	17.0	52.0	0.1026	0.0034
11:05	30	100	14.0	66.0	0.1303	0.0043
11:35	30	130	5.0	71.0	0.1401	0.0047
12:05	30	160	3.0	74.0	0.1460	0.0049
12:35	30	190	0.0	74.0	0.1460	0.0049

<b>% EXUDACION</b>
% EXUDACION = $D \times 100 / J = 2.00$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

RELACION A/C = 0.60

A	Cemento (kg.)	8.24
B	Agua (lts.)	4.99
C	Arena (kg.)	16.72
D	Piedra (kg.)	18.05
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	43.00
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.50
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,482.60

**CUADRO D-4.10**

hora de inicio = 10:20 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
10:30	10	10	5.0	5.0	0.0099	0.0010
10:40	10	20	7.0	12.0	0.0237	0.0024
10:50	10	30	8.0	20.0	0.0395	0.0039
12:00	10	40	13.0	33.0	0.0651	0.0065
12:30	30	70	18.0	51.0	0.1007	0.0034
13:00	30	100	16.0	67.0	0.1322	0.0044
13:30	30	130	5.0	72.0	0.1421	0.0047
14:30	30	160	1.0	73.0	0.1441	0.0048
15:30	30	190	0.0	73.0	0.1441	0.0048

<b>% EXUDACION</b>
% EXUDACION = $D \times 100 / J = 2.10$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

RELACION A/C = 0.65

A	Cemento (kg.)	7.54
B	Agua (lts.)	4.95
C	Arena (kg.)	17.08
D	Piedra (kg.)	18.43
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	42.95
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.45
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,449.53

**CUADRO D-4.11**

hora de inicio = 10:45 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
10:55	10	10	7.0	7.0	0.0138	0.0014
11:05	10	20	11.0	18.0	0.0355	0.0036
11:15	10	30	16.0	34.0	0.0671	0.0067
11:25	10	40	15.0	49.0	0.0967	0.0097
11:55	30	70	19.0	68.0	0.1342	0.0045
12:25	30	100	14.0	82.0	0.1618	0.0054
12:55	30	130	10.0	92.0	0.1816	0.0061
13:25	30	160	5.0	97.0	0.1914	0.0064
13:55	30	190	2.0	99.0	0.1954	0.0065
14:25	30	220	0.0	99.0	0.1954	0.0065

<b>% EXUDACION</b>	
<b>% EXUDACION =</b>	<b>D x 100 / J = 2.38</b>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

RELACION A/C = 0.70

A	Cemento (kg.)	6.91
B	Agua (lts.)	4.89
C	Arena (kg.)	17.41
D	Piedra (kg.)	18.79
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	42.75
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.25
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,387.34

**CUADRO D-4.12**

hora de inicio = 13.40 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
13:50	10	10	22.0	22.0	0.0434	0.0043
14:00	10	20	18.0	40.0	0.0789	0.0079
14:10	10	30	16.0	56.0	0.1105	0.0111
14:20	10	40	13.0	69.0	0.1362	0.0136
14:50	30	70	15.0	84.0	0.1658	0.0055
15:20	30	100	2.0	86.0	0.1697	0.0057
15:50	30	130	0.0	86.0	0.1697	0.0057
16:20	30	160	0.0	86.0	0.1697	0.0057

<b>% EXUDACION</b>	
<b>% EXUDACION =</b>	<b>D x 100 / J = 2.54</b>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

RELACION A/C = 0.55

A	Cemento (kg.)	9.69
B	Agua (lts.)	5.38
C	Arena (kg.)	15.18
D	Piedra (kg.)	17.75
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	42.95
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.45
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,747.36

**CUADRO D-4.13**

hora de inicio = 10:00 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
10:10	10	10	6.0	6.0	0.0118	0.0012
10:20	10	20	7.0	13.0	0.0257	0.0026
10:30	10	30	8.0	21.0	0.0414	0.0041
10:40	10	40	12.0	33.0	0.0651	0.0065
11:10	30	70	20.0	53.0	0.1046	0.0035
11:40	30	100	16.0	69.0	0.1362	0.0045
12:10	30	130	7.0	76.0	0.1500	0.0050
12:40	30	160	3.0	79.0	0.1559	0.0052
13:10	30	160	0.0	76.0	0.1500	0.0050

<b>% EXUDACION</b>
<b>% EXUDACION = <math>D \times 100 / J = 2.03</math></b>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

RELACION A/C = 0.60

A	Cemento (kg.)	8.78
B	Agua (lts.)	5.32
C	Arena (kg.)	15.63
D	Piedra (kg.)	18.27
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	42.85
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.35
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,696.29

**CUADRO D-4.14**

hora de inicio = 11:55 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
12:05	10	10	9.0	9.0	0.0178	0.0018
12:15	10	20	10.0	19.0	0.0375	0.0037
12:25	10	30	13.0	32.0	0.0632	0.0063
12:35	10	40	10.5	42.5	0.0839	0.0084
13:05	30	70	20.0	62.5	0.1233	0.0041
13:45	30	100	11.0	73.5	0.1451	0.0048
14:15	30	130	7.0	80.5	0.1589	0.0053
14:45	30	160	3.0	83.5	0.1648	0.0055
15:15	30	190	0.0	83.5	0.1648	0.0055

<b>% EXUDACION</b>	
% EXUDACION =	$D \times 100 / J = 1.99$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

RELACION A/C = 0.65

A	Cemento (kg.)	7.97
B	Agua (lts.)	5.23
C	Arena (kg.)	16.05
D	Piedra (kg.)	18.75
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	42.75
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	33.25
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,622.86

**CUADRO D-4.15**

hora de inicio = 10:15 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
10:25	10	10	15.0	15.0	0.0296	0.0030
10:35	10	20	18.0	33.0	0.0651	0.0065
10:45	10	30	12.0	45.0	0.0888	0.0089
10:55	10	40	8.0	53.0	0.1046	0.0105
11:25	30	70	8.0	61.0	0.1204	0.0040
11:55	30	100	11.0	72.0	0.1421	0.0047
12:25	30	130	7.0	79.0	0.1559	0.0052
12:55	30	160	4.0	83.0	0.1638	0.0055
13:25	30	190	1.0	84.0	0.1658	0.0055
13:55	30	220	0.0	84.0	0.1658	0.0055

<b>% EXUDACION</b>
<b>% EXUDACION = <math>D \times 100 / J = 2.32</math></b>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE EXUDACION  
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

RELACION A/C = 0.70

A	Cemento (kg.)	7.23
B	Agua (lts.)	5.11
C	Arena (kg.)	16.44
D	Piedra (kg.)	19.22
E=A+B+C+D	Peso total de la mezcla (kg.)	48.00
F	Area de recipiente (cm <sup>2</sup> )	506.70
G	Peso del recipiente + Peso del concreto (kg.)	42.00
H	Peso del recipiente (kg.)	9.50
I=G-H	Peso del concreto (kg.)	32.50
J=BxI/E	Peso del agua en el recipiente de ensayo (gr.)	3,459.90

**CUADRO D-4.16**

hora de inicio = 13:10 am.

HORA DE ENSAYO	TIEMPO PARCIAL	TIEMPO ACUMULADO	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	AGUA DE EXUDACION	VELOCIDAD DE EXUDACION
hora:min	T=min.	min.	V=ml.	D=ml.	F=V/A	V=F/T
13:20	10	10	18.0	18.0	0.0355	0.0036
13:30	10	20	17.0	35.0	0.0691	0.0069
13:40	10	30	13.0	48.0	0.0947	0.0095
13:50	10	40	15.0	63.0	0.1243	0.0124
14:20	30	70	9.0	72.0	0.1421	0.0047
14:50	30	100	3.0	75.0	0.1480	0.0049
15:20	30	130	0.0	75.0	0.1480	0.0049
15:50	30	160	0.0	75.0	0.1480	0.0049

<b>% EXUDACION</b>	
% EXUDACION =	$D \times 100 / J = 2.17$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

# **ANEXO E.**

**EL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.**

## ANEXO E: EL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

CUADROS	DESCRIPCION
CUADRO E-1.1	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO E-1.2	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO E-1.3	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO E-1.4	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO E-1.5	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO E-1.6	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO E-1.7	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO E-1.8	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO E-1.9	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO E-1.10	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO E-1.11	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO E-1.12	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO E-1.13	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO E-1.14	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO E-1.15	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO E-1.16	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO E-2.1	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL PARA T.N.M. DE 1 pulg.
CUADRO E-2.2	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.
CUADRO E-2.3	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.
CUADRO E-2.4	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.
CUADRO E-3.1	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO E-3.2	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO E-3.3	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO E-3.4	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO E-3.5	RESUMEN DEL ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg.
CUADRO E-3.6	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO E-3.7	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO E-3.8	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO E-3.9	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO E-3.10	RESUMEN DEL ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg.
CUADRO E-3.11	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO E-3.12	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO E-3.13	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO E-3.14	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO E-3.15	RESUMEN DEL ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg.
CUADRO E-3.16	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.55)
CUADRO E-3.17	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.60)
CUADRO E-3.18	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.65)
CUADRO E-3.19	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.70)
CUADRO E-3.20	RESUMEN DEL ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg.

GRAFICOS	DESCRIPCION
GRAFICO E-2.1	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL PARA T.N.M. DE 1 pulg.
GRAFICO E-2.2	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL PARA T.N.M. DE 1 pulg.
GRAFICO E-2.3	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL PARA T.N.M. DE 1 pulg.
GRAFICO E-2.4	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL PARA T.N.M. DE 1 pulg.
GRAFICO E-3.1	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.55)
GRAFICO E-3.2	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.60)
GRAFICO E-3.3	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.65)
GRAFICO E-3.4	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg. (a/c=0.70)
GRAFICO E-3.5	RESUMEN DEL ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1 pulg.

GRAFICOS	DESCRIPCION
GRAFICO E-3.6	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.55)
GRAFICO E-3.7	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.60)
GRAFICO E-3.8	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.65)
GRAFICO E-3.9	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg. (a/c=0.70)
GRAFICO E-3.10	RESUMEN DEL ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/4 pulg.
GRAFICO E-3.11	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.55)
GRAFICO E-3.12	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.60)
GRAFICO E-3.13	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.65)
GRAFICO E-3.14	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg. (a/c=0.70)
GRAFICO E-3.15	RESUMEN DEL ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 1/2 pulg.
GRAFICO E-3.16	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.55)
GRAFICO E-3.17	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.60)
GRAFICO E-3.18	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.65)
GRAFICO E-3.19	ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg. (a/c=0.70)
GRAFICO E-3.20	RESUMEN DEL ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO PARA T.N.M. 3/8 pulg.

# **ANEXO E-1**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)**

**PARA T.N.M. DE 1 pulg.**

Relación a/c = 0.55

**CUADRO E-1.1**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>
7	15.10	179.08	40.67	227.13	234.64
	15.20	181.46	42.89	236.36	
	15.30	183.85	44.20	240.42	
14	15.30	183.85	46.62	253.55	261.60
	15.30	183.85	47.92	260.62	
	14.70	169.72	45.93	270.63	
28	14.70	169.72	50.40	296.96	296.34
	15.20	181.46	52.80	290.98	
	14.90	174.37	51.10	293.06	
	15.10	179.08	53.60	299.31	
	14.70	169.72	51.80	305.21	
	14.90	174.37	51.50	295.35	
	14.80	172.03	50.60	294.13	
	15.10	179.08	51.40	287.02	
	14.70	169.72	50.30	296.38	
	15.30	183.85	54.30	295.34	
	14.70	169.72	49.70	292.84	
	14.70	169.72	50.20	295.79	
	14.80	172.03	52.30	304.01	
	14.90	174.37	53.00	303.96	
15.00	176.72	52.10	294.83		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)

PARA T.N.M. DE 1 pulg.

Relación a/c = 0.60

**CUADRO E-1.2**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.00	176.72	40.15	227.18	218.36
	14.80	172.03	37.16	215.98	
	14.80	172.03	36.46	211.91	
14	14.70	169.72	44.49	262.15	252.73
	15.20	181.46	44.96	247.75	
	15.30	183.85	45.65	248.29	
28	14.70	169.72	47.90	282.23	284.58
	14.80	172.03	49.00	284.83	
	15.10	179.08	48.20	269.15	
	14.90	174.37	52.40	300.52	
	14.70	169.72	49.20	289.89	
	15.20	181.46	50.30	277.20	
	14.80	172.03	48.60	282.50	
	15.10	179.08	50.40	281.44	
	15.00	176.72	49.30	278.98	
	15.30	183.85	51.10	277.94	
	14.70	169.72	50.80	299.32	
	15.00	176.72	51.70	292.56	
14.80	172.03	49.40	287.15		
14.90	174.37	50.50	289.62		
15.10	179.08	49.30	275.30		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)**

**PARA T.N.M. DE 1 pulg.**

Relación a/c = 0.65

**CUADRO E-1.3**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.10	179.08	34.46	192.44	201.73
	15.30	183.85	38.15	207.49	
	15.00	176.72	36.27	205.24	
14	14.80	172.03	40.81	237.23	237.45
	15.10	179.08	41.88	233.88	
	15.20	181.46	43.77	241.23	
28	14.70	169.72	48.60	286.36	271.44
	14.80	172.03	47.90	278.43	
	15.30	183.85	49.20	267.60	
	14.70	169.72	47.80	281.65	
	15.30	183.85	48.60	264.34	
	14.70	169.72	47.80	281.65	
	15.30	183.85	46.90	255.09	
	14.70	169.72	48.00	282.82	
	14.70	169.72	46.50	273.99	
	15.00	176.72	45.50	257.48	
	14.80	172.03	46.50	270.30	
	15.30	183.85	46.80	254.55	
	14.70	169.72	47.70	281.06	
	15.20	181.46	47.30	260.67	
15.00	176.72	48.70	275.58		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ( $f_c$ )

PARA T.N.M. DE 1 pulg.

Relación a/c = 0.70

**CUADRO E-1.4**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	$f_c$	$f_c$ PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.10	179.08	34.16	190.77	185.82
	15.00	176.72	32.87	186.00	
	14.80	172.03	31.08	180.68	
14	15.30	183.85	42.01	228.51	223.48
	14.90	174.37	38.88	222.98	
	15.20	181.46	39.73	218.95	
28	14.70	169.72	45.10	265.74	255.72
	15.20	181.46	47.10	259.56	
	14.90	174.37	44.00	252.34	
	15.20	181.46	45.00	247.99	
	14.70	169.72	44.10	259.84	
	14.80	172.03	46.30	269.13	
	14.70	169.72	43.00	253.36	
	15.30	183.85	44.80	243.67	
	14.80	172.03	47.50	276.11	
	15.30	183.85	45.60	248.02	
	15.30	183.85	43.80	238.23	
	15.00	176.72	44.80	253.52	
	15.20	181.46	45.50	250.75	
	14.70	169.72	43.70	257.49	
15.20	181.46	47.20	260.11		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)**

**PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

Relación a/c = 0.55

**CUADRO E-1.5**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.30	183.85	43.72	237.79	244.37
	14.90	174.37	42.57	244.15	
	15.00	176.72	44.38	251.16	
14	14.80	172.03	50.46	293.32	281.95
	15.20	181.46	47.81	263.46	
	15.00	176.72	51.08	289.07	
28	14.90	174.37	53.40	306.25	310.06
	15.00	176.72	54.60	308.97	
	15.20	181.46	51.50	283.81	
	14.90	174.37	57.10	327.47	
	14.90	174.37	55.20	316.57	
	15.10	179.08	55.50	309.92	
	15.00	176.72	53.80	304.45	
	15.20	181.46	56.70	312.47	
	14.80	172.03	57.20	332.49	
	14.90	174.37	53.00	303.96	
	15.10	179.08	56.70	316.62	
	15.20	181.46	55.20	304.20	
	15.10	179.08	54.70	305.45	
	14.80	172.03	52.90	307.50	
14.90	174.37	54.20	310.84		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)  
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

Relación a/c = 0.60

**CUADRO E-1.6**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.20	181.46	41.19	226.99	225.86
	15.00	176.72	40.66	230.09	
	14.80	172.03	37.93	220.49	
14	14.90	174.37	47.65	273.25	263.38
	15.10	179.08	44.97	251.14	
	15.00	176.72	46.96	265.74	
28	14.90	174.37	49.40	283.31	293.48
	15.10	179.08	51.60	288.14	
	15.30	183.85	50.50	274.67	
	15.00	176.72	53.20	301.05	
	14.80	172.03	50.90	295.87	
	15.20	181.46	52.50	289.32	
	14.90	174.37	50.80	291.34	
	15.10	179.08	53.70	299.87	
	14.80	172.03	54.20	315.05	
	15.00	176.72	50.00	282.94	
	14.90	174.37	53.70	307.97	
	15.30	183.85	52.20	283.92	
	15.00	176.72	51.70	292.56	
	14.70	169.72	49.90	294.02	
15.00	176.72	53.40	302.18		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ( $f_c$ )

PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.

Relación a/c = 0.65

**CUADRO E-1.7**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	$f_c$	$f_c$ PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.10	179.08	37.48	209.31	212.89
	14.70	169.72	36.32	214.01	
	15.20	181.46	39.07	215.33	
14	15.10	179.08	44.38	247.84	247.13
	15.30	183.85	44.76	243.48	
	14.90	174.37	43.60	250.06	
28	14.90	174.37	48.00	275.28	279.63
	15.00	176.72	49.80	281.81	
	15.20	181.46	48.90	269.48	
	15.20	181.46	50.10	276.10	
	14.80	172.03	51.10	297.03	
	15.20	181.46	48.80	268.93	
	14.70	169.72	48.30	284.59	
	14.80	172.03	51.80	301.10	
	14.90	174.37	51.80	297.08	
	15.30	183.85	47.60	258.90	
	15.20	181.46	49.30	271.69	
	14.80	172.03	48.70	283.08	
	14.90	174.37	48.40	277.58	
	15.10	179.08	49.10	274.18	
14.90	174.37	48.40	277.58		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)**

**PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

Relación a/c = 0.70

**CUADRO E-1.8**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	14.90	174.37	33.70	193.27	190.58
	15.00	176.72	32.70	185.04	
	15.20	181.46	35.10	193.43	
14	15.20	181.46	42.80	235.87	235.70
	15.30	183.85	42.50	231.16	
	14.80	172.03	41.30	240.07	
28	15.00	176.72	46.85	265.12	270.74
	15.00	176.72	47.30	267.66	
	15.20	181.46	49.70	273.89	
	15.10	179.08	49.20	274.74	
	14.90	174.37	45.70	262.09	
	14.80	172.03	46.80	272.04	
	15.20	181.46	48.80	268.93	
	15.10	179.08	48.20	269.15	
	15.20	181.46	48.50	267.28	
	15.20	181.46	48.90	269.48	
	15.10	179.08	48.90	273.06	
	14.70	169.72	45.90	270.45	
	14.80	172.03	47.50	276.11	
15.00	176.72	48.90	276.72		
15.20	181.46	49.80	274.44		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)**

**PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

Relación a/c = 0.55

**CUADRO E-1.9**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.20	181.46	45.40	250.19	253.76
	14.80	172.03	44.50	258.67	
	15.10	179.08	45.20	252.40	
14	14.70	169.72	51.70	304.62	289.73
	15.10	179.08	49.20	274.74	
	15.10	179.08	51.90	289.82	
28	15.00	176.72	56.50	319.72	326.52
	15.10	179.08	57.60	321.65	
	15.10	179.08	58.20	325.00	
	14.90	174.37	60.10	344.68	
	14.80	172.03	56.90	330.75	
	15.20	181.46	58.50	322.39	
	15.10	179.08	56.80	317.18	
	15.30	183.85	59.70	324.71	
	14.70	169.72	57.50	338.80	
	14.90	174.37	56.00	321.16	
	15.30	183.85	59.70	324.71	
	15.20	181.46	58.20	320.73	
	15.10	179.08	58.10	324.44	
14.70	169.72	55.90	329.37		
14.80	172.03	57.20	332.49		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)**

**PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

Relación a/c = 0.60

**CUADRO E-1.10**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.10	179.08	42.00	234.53	238.71
	15.00	176.72	43.30	245.03	
	14.80	172.03	40.70	236.58	
14	14.90	174.37	48.90	280.44	275.52
	15.20	181.46	50.10	276.10	
	15.20	181.46	49.00	270.03	
28	15.00	176.72	53.40	302.18	308.57
	14.90	174.37	53.40	306.25	
	15.30	183.85	54.20	294.80	
	15.20	181.46	56.60	311.92	
	14.80	172.03	54.10	314.47	
	14.90	174.37	54.20	310.84	
	15.20	181.46	53.70	295.93	
	14.90	174.37	53.80	308.55	
	15.00	176.72	58.40	330.48	
	14.80	172.03	53.00	308.08	
	14.80	172.03	54.70	317.96	
	15.10	179.08	55.10	307.69	
	14.90	174.37	54.40	311.99	
	15.20	181.46	55.50	305.85	
15.10	179.08	54.00	301.54		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ( $f_c$ )

PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.

Relación  $a/c = 0.65$

**CUADRO E-1.11**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	$f_c$	$f_c$ PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.00	176.72	39.70	224.66	221.17
	14.80	172.03	37.60	218.56	
	15.30	183.85	40.50	220.28	
14	15.20	181.46	45.70	251.85	253.85
	15.30	183.85	47.10	256.18	
	15.00	176.72	44.80	253.52	
28	14.80	172.03	49.12	285.52	288.42
	15.10	179.08	52.70	294.28	
	15.30	183.85	53.40	290.45	
	15.10	179.08	51.20	285.91	
	14.70	169.72	50.10	295.20	
	15.10	179.08	50.60	282.56	
	14.80	172.03	49.00	284.83	
	14.70	169.72	48.90	288.13	
	15.00	176.72	53.70	303.88	
	15.30	183.85	50.70	275.76	
	15.10	179.08	52.10	290.93	
	14.90	174.37	50.70	290.77	
	15.00	176.72	50.40	285.20	
15.10	179.08	52.10	290.93		
14.80	172.03	48.50	281.92		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ( $f_c$ )

PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.

Relación a/c = 0.70

**CUADRO E-1.12**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	$f_c$	$f_c$ PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	14.80	172.03	35.60	206.94	201.70
	15.00	176.72	34.70	196.36	
	15.30	183.85	37.10	201.79	
14	15.10	179.08	43.20	241.26	241.07
	15.20	181.46	43.69	240.79	
	15.00	176.72	42.62	241.16	
28	14.90	174.37	47.20	270.69	274.93
	15.10	179.08	49.40	275.86	
	15.30	183.85	50.40	274.13	
	15.00	176.72	49.50	280.11	
	14.80	172.03	48.10	279.60	
	14.80	172.03	46.50	270.30	
	15.10	179.08	48.00	268.04	
	15.30	183.85	49.80	270.87	
	15.00	176.72	48.40	273.89	
	15.10	179.08	50.10	279.76	
	15.00	176.72	48.00	271.62	
	14.80	172.03	46.70	271.46	
	14.70	169.72	47.70	281.06	
15.00	176.72	50.10	283.51		
15.10	179.08	48.90	273.06		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)**

**PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

Relación a/c = 0.55

**CUADRO E-1.13**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	14.80	172.03	44.00	255.76	262.00
	15.00	176.72	46.70	264.27	
	15.00	176.72	47.00	265.96	
14	14.70	169.72	52.05	306.68	301.95
	15.00	176.72	53.48	302.65	
	15.20	181.46	53.81	296.53	
28	15.00	176.72	56.00	316.89	331.59
	15.10	179.08	58.00	323.88	
	14.90	174.37	59.50	341.23	
	15.20	181.46	60.00	330.65	
	14.60	167.42	58.10	347.04	
	14.70	169.72	59.60	351.17	
	14.80	172.03	57.60	334.82	
	14.80	172.03	57.70	335.40	
	15.10	179.08	56.40	314.94	
	15.10	179.08	60.10	335.61	
	15.00	176.72	56.40	319.16	
	15.00	176.72	60.30	341.23	
	14.90	174.37	57.10	327.47	
	15.00	176.72	57.00	322.55	
15.30	183.85	61.00	331.78		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ( $f_c$ )  
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

Relación a/c = 0.60

**CUADRO E-1.14**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	$f_c$	$f_c$ PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	14.80	172.03	43.90	255.18	256.34
	15.00	176.72	46.20	261.44	
	15.10	179.08	45.20	252.40	
14	15.00	176.72	51.70	292.56	288.80
	15.20	181.46	52.20	287.67	
	14.90	174.37	49.90	286.18	
28	14.80	172.03	54.20	315.05	317.51
	14.90	174.37	56.60	324.60	
	14.70	169.72	53.10	312.87	
	15.00	176.72	57.70	326.51	
	14.70	169.72	55.80	328.78	
	14.80	172.03	53.00	308.08	
	14.70	169.72	52.40	308.75	
	14.80	172.03	56.20	326.68	
	14.70	169.72	57.60	339.39	
	14.90	174.37	55.60	318.87	
	14.70	169.72	54.80	322.89	
	15.00	176.72	53.50	302.75	
	15.10	179.08	55.70	311.04	
	15.00	176.72	54.50	308.41	
14.90	174.37	53.70	307.97		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f<sub>c</sub>)**

**PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

Relación a/c = 0.65

**CUADRO E-1.15**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	15.00	176.72	41.03	232.18	227.77
	14.90	174.37	38.02	218.06	
	15.10	179.08	41.74	233.07	
14	15.10	179.08	47.96	267.84	266.15
	15.20	181.46	48.38	266.61	
	14.90	174.37	46.03	264.00	
28	14.70	169.72	53.80	317.00	298.51
	14.70	169.72	52.40	308.75	
	14.80	172.03	52.60	305.75	
	14.70	169.72	48.80	287.54	
	14.80	172.03	48.00	279.01	
	15.00	176.72	55.00	311.24	
	15.20	181.46	53.60	295.38	
	15.20	181.46	52.20	287.67	
	14.80	172.03	50.00	290.64	
	14.70	169.72	56.40	332.32	
	15.10	179.08	53.80	300.43	
	15.00	176.72	47.40	268.23	
	14.90	174.37	53.50	306.82	
15.00	176.72	51.90	293.69		
15.10	179.08	52.50	293.17		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ( $f_c$ )  
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

Relación a/c = 0.70

**CUADRO E-1.16**

EDAD	DIAMETRO	SECCION	CARGA MAXIMA	$f_c$	$f_c$ PROMEDIO
días	cm.	cm <sup>2</sup>	ton.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
7	14.80	172.03	36.80	213.91	212.28
	15.10	179.08	40.10	223.92	
	14.90	174.37	34.70	199.01	
14	14.90	174.37	44.77	256.74	254.51
	15.10	179.08	45.53	254.23	
	15.10	179.08	45.23	252.56	
28	15.20	181.46	51.90	286.02	282.99
	15.10	179.08	52.20	291.49	
	14.70	169.72	47.00	276.93	
	14.70	169.72	46.80	275.75	
	15.10	179.08	51.20	285.91	
	14.70	169.72	45.80	269.86	
	14.80	172.03	47.00	273.20	
	14.70	169.72	50.80	299.32	
	14.70	169.72	51.60	304.04	
	14.70	169.72	46.50	273.99	
	14.80	172.03	47.00	273.20	
	14.80	172.03	48.90	284.25	
	14.90	174.37	49.60	284.46	
	15.10	179.08	50.80	283.67	
15.20	181.46	51.30	282.71		

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## **ANEXO E-2**

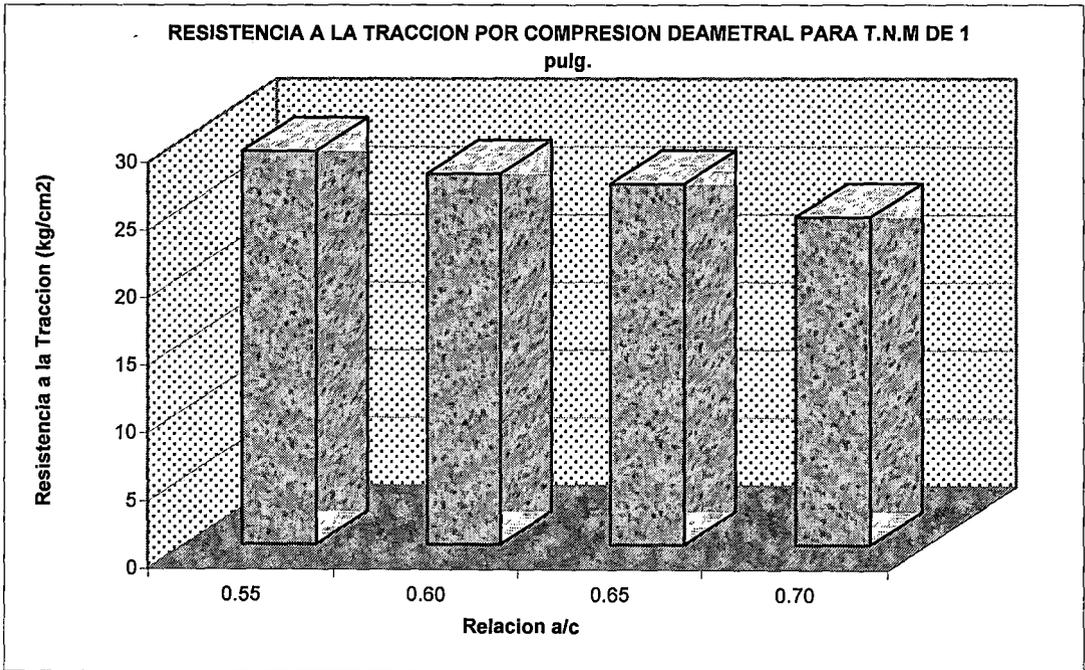
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR  
COMPRESIÓN DIAMETRAL**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL  
PARA T.N.M DE 1 pulg.**

**CUADRO E-2.1**

RELACION	EDAD	DIMENSIONES		PRESION	RESISTENCIA (ft) $R = 2P/(\pi DL)$	ft PROMEDIO
		LONGITUD	DIAMETRO			
a/c	días	cm.	cm.	kg.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.55	28	30.10	14.70	21,000	30.21	29.00
		29.90	15.20	20,200	28.30	
		30.20	15.10	20,400	28.48	
0.60	28	30.00	15.20	19,000	26.53	27.35
		30.10	15.10	19,800	27.73	
		30.10	15.00	19,700	27.78	
.0.65	28	30.20	15.10	18,900	26.39	26.59
		30.10	15.20	19,050	26.51	
		30.10	14.80	18,800	26.87	
0.70	28	30.20	14.90	17,500	24.76	24.14
		30.20	15.10	17,200	24.01	
		30.10	15.20	17,000	23.65	

**GRAFICO E-2.1**



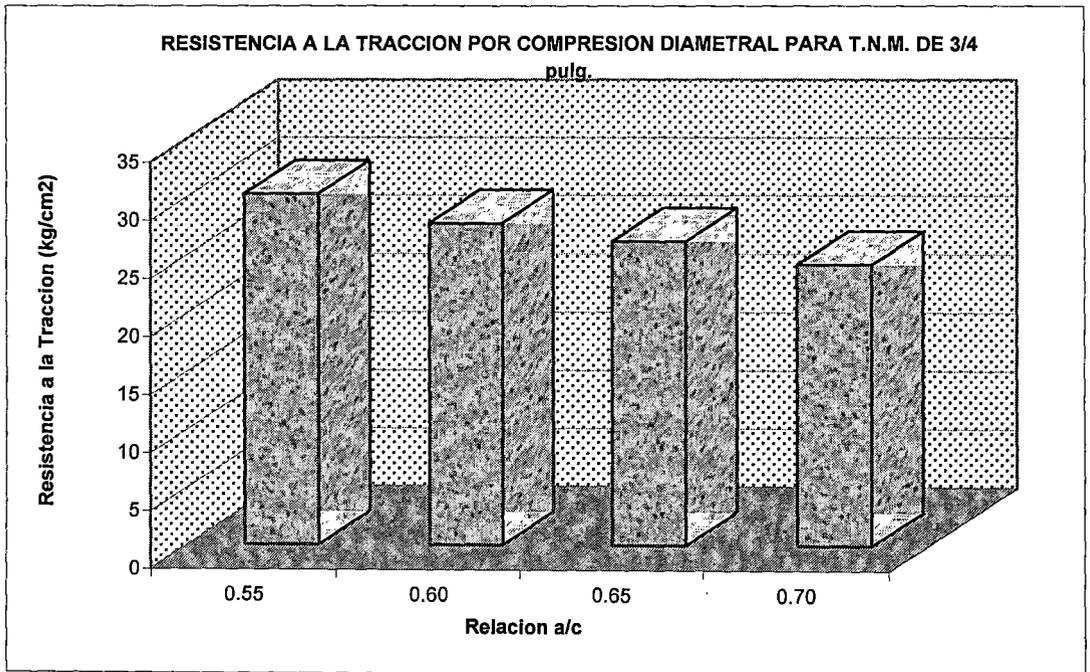
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL  
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg.**

**CUADRO E-2.2**

RELACION	EDAD	DIMENSIONES		PRESION	RESISTENCIA (ft)	ft
		LONGITUD	DIAMETRO		$R = 2P/(\pi DL)$	PROMEDIO
a/c	días	cm.	cm.	kg.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.55	28	30.20	15.00	20,400	28.67	30.16
		30.20	14.90	22,000	31.13	
		30.30	15.00	21,900	30.68	
0.60	28	30.00	14.90	19,500	27.77	27.65
		30.00	15.00	19,000	26.88	
		30.00	15.00	20,000	28.29	
.0.65	28	30.10	15.30	18,600	25.71	26.11
		30.20	15.10	18,900	26.39	
		29.90	15.10	18,600	26.23	
0.70	28	30.20	15.20	16,800	23.30	24.13
		30.30	15.20	17,200	23.78	
		30.00	15.00	17,900	25.32	

**GRAFICO E-2.2**



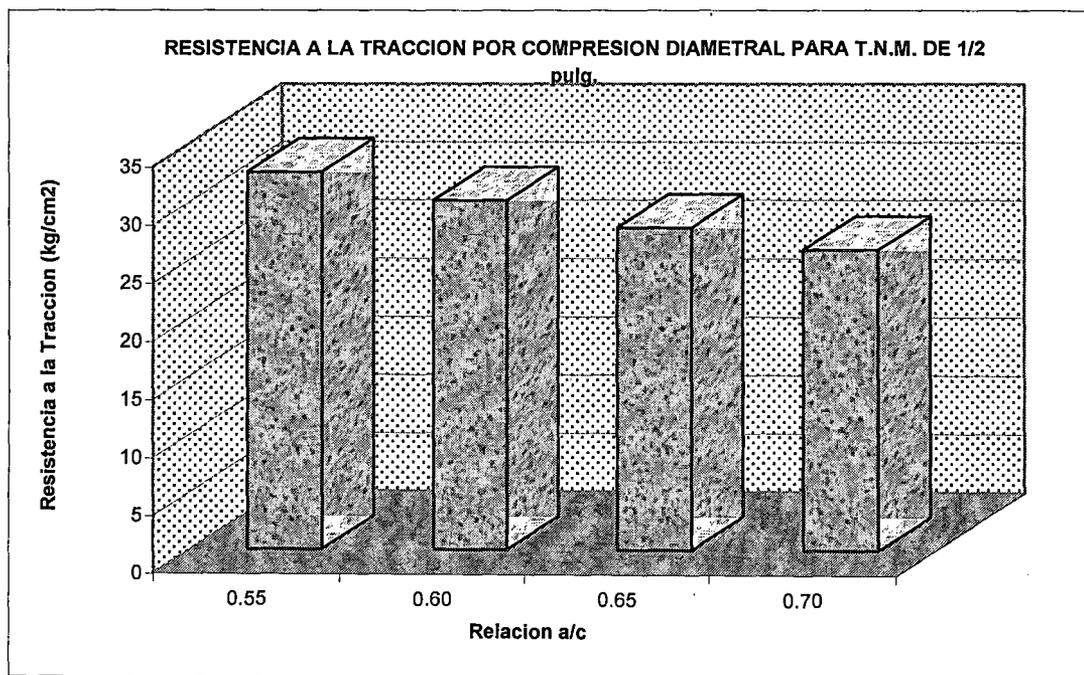
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL  
PARA T.N.M. DE 1/2 pulg.**

**CUADRO E-2.3**

RELACION	EDAD	DIMENSIONES		PRESION	RESISTENCIA (ft)	ft PROMEDIO
		LONGITUD	DIAMETRO		$R = 2P/(\pi DL)$	
a/c	días	cm.	cm.	kg.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.55	28	29.90	14.90	23,000	32.87	32.45
		30.00	15.00	23,200	32.82	
		31.10	14.80	22,900	31.67	
0.60	28	30.00	15.10	21,100	29.65	30.01
		30.10	15.00	20,900	29.47	
		30.20	14.80	21,700	30.91	
.0.65	28	29.90	14.70	18,800	27.23	27.69
		30.10	15.00	19,600	27.64	
		30.10	15.00	20,000	28.20	
0.70	28	30.10	14.80	18,900	27.01	25.80
		30.10	14.90	17,800	25.27	
		30.00	15.20	18,000	25.13	

**GRAFICO E-2.3**



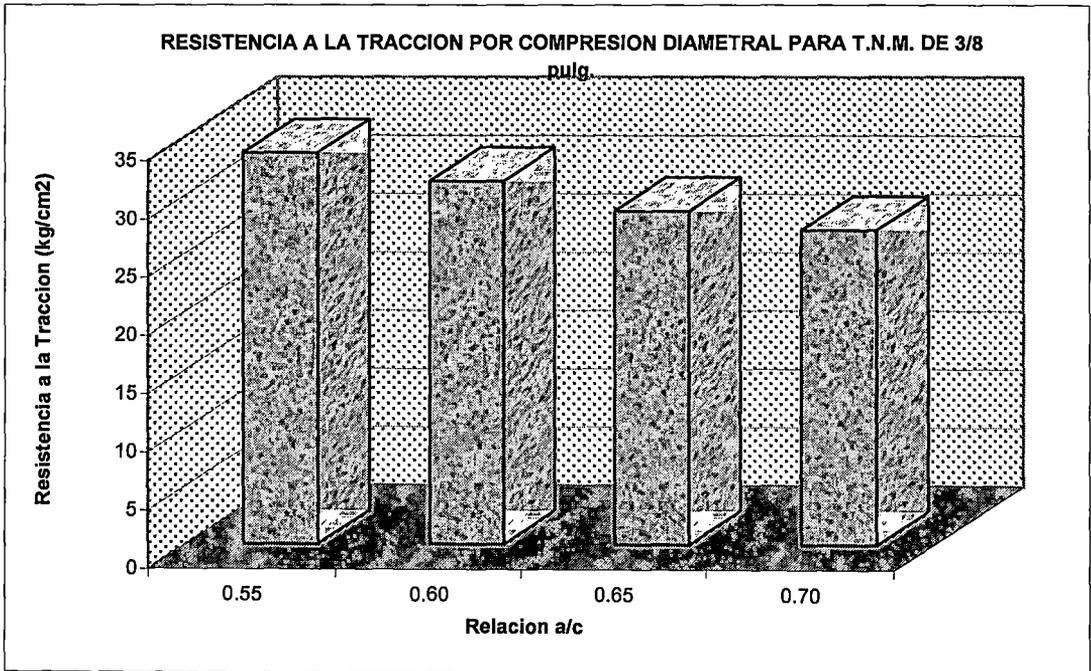
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL  
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg.**

**CUADRO E-2.4**

RELACION	EDAD	DIMENSIONES		PRESION	RESISTENCIA (ft)	ft PROMEDIO
		LONGITUD	DIAMETRO		$R = 2P/(\pi DL)$	
a/c	días	cm.	cm.	kg.	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.55	28	30.10	14.80	23,800	34.01	33.56
		30.20	15.20	23,400	32.45	
		30.20	15.10	24,500	34.20	
0.60	28	30.20	14.80	21,600	30.77	31.13
		30.30	15.00	21,900	30.68	
		29.90	15.20	22,800	31.94	
.0.65	28	30.00	14.90	19,700	28.06	28.59
		30.10	14.70	19,200	27.62	
		30.20	15.00	21,400	30.07	
0.70	28	30.20	15.30	20,500	28.24	26.97
		30.30	15.20	19,200	26.54	
		30.00	14.70	18,100	26.13	

**GRAFICO E-2.4**



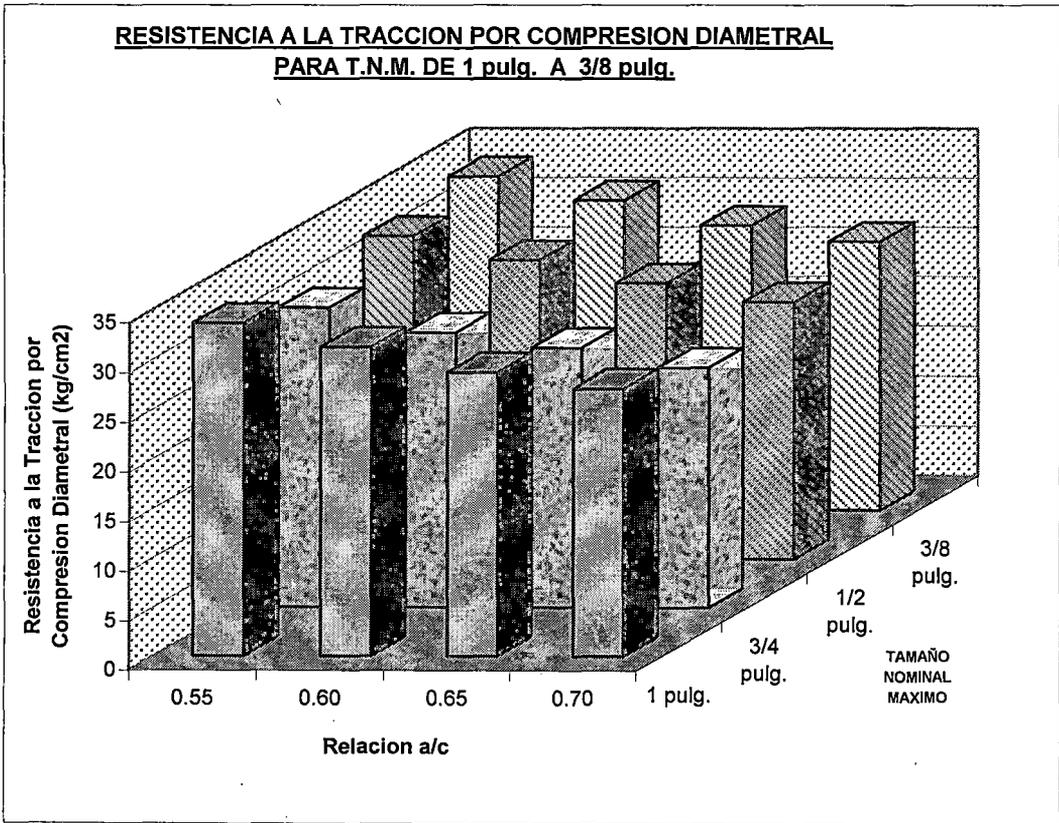
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRA  
CUADRO RESUMEN**

**CUADRO E-2.5**

RELACION a/c	T.N.M:			
	1 pulg.	3/4 pulg.	1/2 pulg.	3/8 pulg.
0.55	29.00	30.16	32.45	33.56
0.60	27.35	27.65	30.01	31.13
0.65	26.59	26.11	27.69	28.59
0.70	24.14	24.13	25.80	26.97

**GRAFICO E-2.5**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

# **ANEXO E-3**

**ENSAYO DEL MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO**

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 1pulg,**

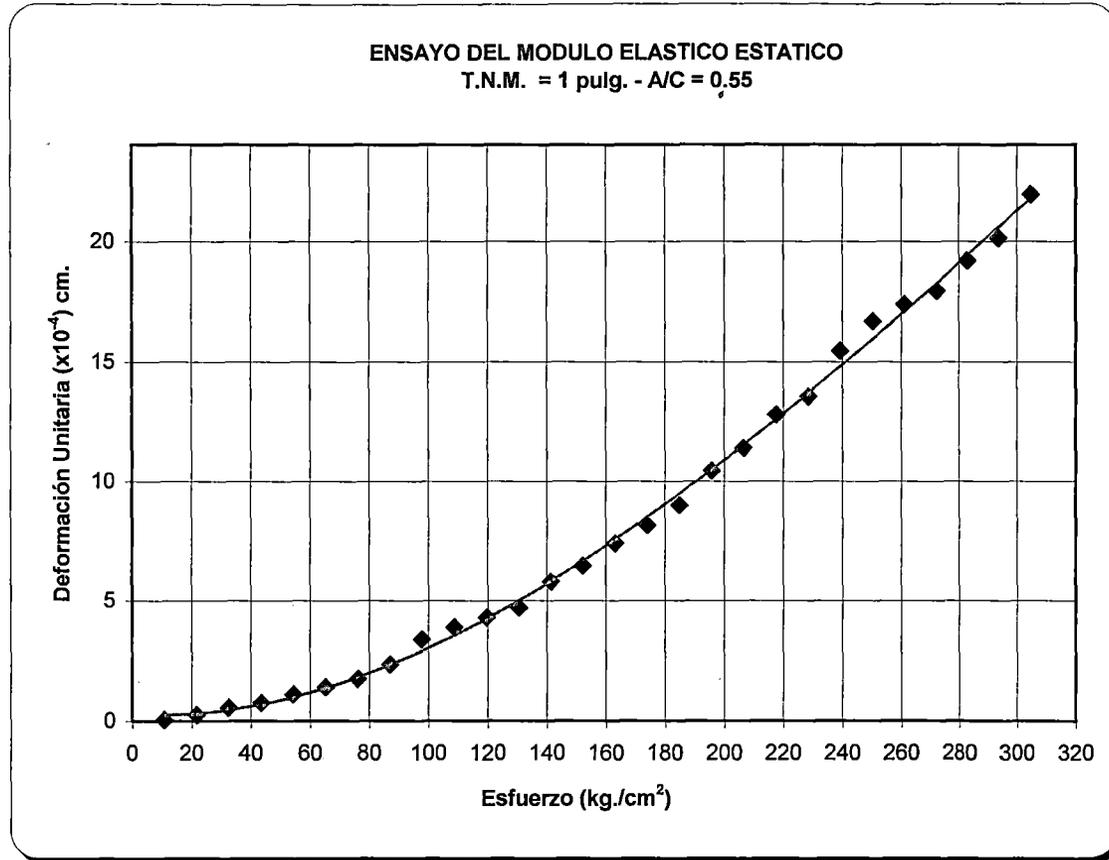
Relación a/c:	0.55	Carga Máxima:	56,100 kg.
Diámetro:	15.30 cm.	Rótura (f'c):	305.13 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	183.85 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.1**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	10.88	0.10	0.00	0.05	0.05	0.05
4,000	21.76	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
6,000	32.63	0.60	0.50	0.55	0.55	0.55
8,000	43.51	0.80	0.70	0.75	0.75	0.75
10,000	54.39	1.30	0.90	1.10	1.10	1.10
12,000	65.27	1.60	1.20	1.40	1.40	1.40
14,000	76.15	1.90	1.60	1.75	1.75	1.75
16,000	87.03	2.50	2.20	2.35	2.35	2.35
18,000	97.90	3.00	3.80	3.40	3.40	3.40
20,000	108.78	3.70	4.10	3.90	3.90	3.90
22,000	119.66	4.00	4.60	4.30	4.30	4.30
24,000	130.54	4.30	5.10	4.70	4.70	4.70
26,000	141.42	5.70	5.90	5.80	5.80	5.80
28,000	152.29	6.40	6.50	6.45	6.45	6.45
30,000	163.17	7.80	7.00	7.40	7.40	7.40
32,000	174.05	8.40	7.90	8.15	8.15	8.15
34,000	184.93	9.40	8.60	9.00	9.00	9.00
36,000	195.81	11.00	9.90	10.45	10.45	10.45
38,000	206.69	12.00	10.80	11.40	11.40	11.40
40,000	217.56	13.90	11.70	12.80	12.80	12.80
42,000	228.44	14.60	12.50	13.55	13.55	13.55
44,000	239.32	16.80	14.10	15.45	15.45	15.45
46,000	250.20	17.40	16.00	16.70	16.70	16.70
48,000	261.08	18.20	16.60	17.40	17.40	17.40
50,000	271.96	19.00	16.90	17.95	17.95	17.95
52,000	282.83	21.00	17.40	19.20	19.20	19.20
54,000	293.71	22.00	18.30	20.15	20.15	20.15
56,000	304.59	24.00	19.90	21.95	21.95	21.95

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.1



Edad del Concreto días	Esfuerzo		Deformación Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	E2=0.40x <sup>f</sup> c kg./cm <sup>2</sup>	E1 kg./cm <sup>2</sup>	d2	d1	M.E.E=(E2-E1)/(d2-d1) kg./cm <sup>2</sup>
28	122.05	29.92	4.48 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.32 x10 <sup>5</sup>

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 1pulg,**

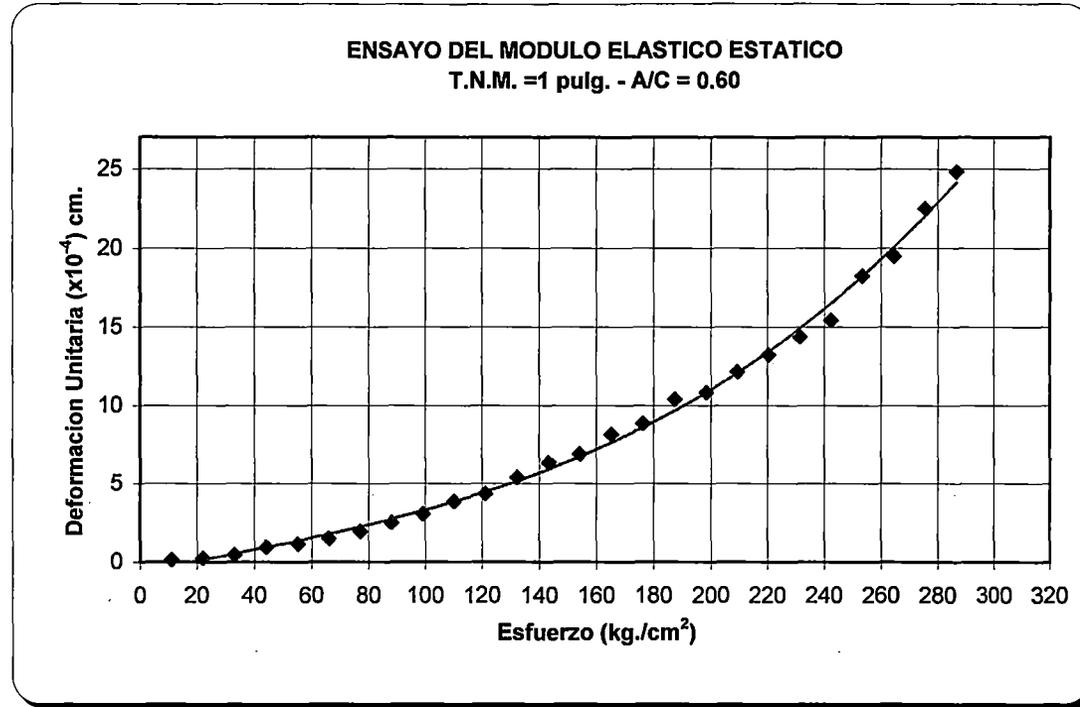
Relación a/c:	0.60	Carga Máxim:	52,400 kg.
Diámetro:	15.20 cm.	Rótura (f'c):	288.77 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	181.46 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.2**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.02	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
4,000	22.04	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
6,000	33.07	0.50	0.40	0.45	0.45	0.45
8,000	44.09	1.00	0.90	0.95	0.95	0.95
10,000	55.11	1.20	1.10	1.15	1.15	1.15
12,000	66.13	1.60	1.40	1.50	1.50	1.50
14,000	77.15	2.00	1.90	1.95	1.95	1.95
16,000	88.17	2.60	2.40	2.50	2.50	2.50
18,000	99.20	3.10	3.00	3.05	3.05	3.05
20,000	110.22	4.20	3.50	3.85	3.85	3.85
22,000	121.24	4.80	3.90	4.35	4.35	4.35
24,000	132.26	5.80	5.00	5.40	5.40	5.40
26,000	143.28	6.90	5.80	6.35	6.35	6.35
28,000	154.31	7.60	6.20	6.90	6.90	6.90
30,000	165.33	8.80	7.50	8.15	8.15	8.15
32,000	176.35	9.60	8.10	8.85	8.85	8.85
34,000	187.37	10.90	9.90	10.40	10.40	10.40
36,000	198.39	11.60	10.10	10.85	10.85	10.85
38,000	209.41	13.00	11.30	12.15	12.15	12.15
40,000	220.44	13.60	12.90	13.25	13.25	13.25
42,000	231.46	14.90	13.90	14.40	14.40	14.40
44,000	242.48	16.10	14.80	15.45	15.45	15.45
46,000	253.50	19.90	16.60	18.25	18.25	18.25
48,000	264.52	21.00	18.00	19.50	19.50	19.50
50,000	275.55	25.00	20.00	22.50	22.50	22.50
52,000	286.57	27.90	21.80	24.85	24.85	24.85

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.2



Edad del Concreto dias	Esfuerzo		Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	E2=0.40x $f_c$ kg./cm <sup>2</sup>	E1 kg./cm <sup>2</sup>	d2	d1	M.E.E=(E2-E1)/(d2-d1) kg./cm <sup>2</sup>
28	115.51	34.17	4.09 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.27 x10 <sup>5</sup>

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 1pulg,**

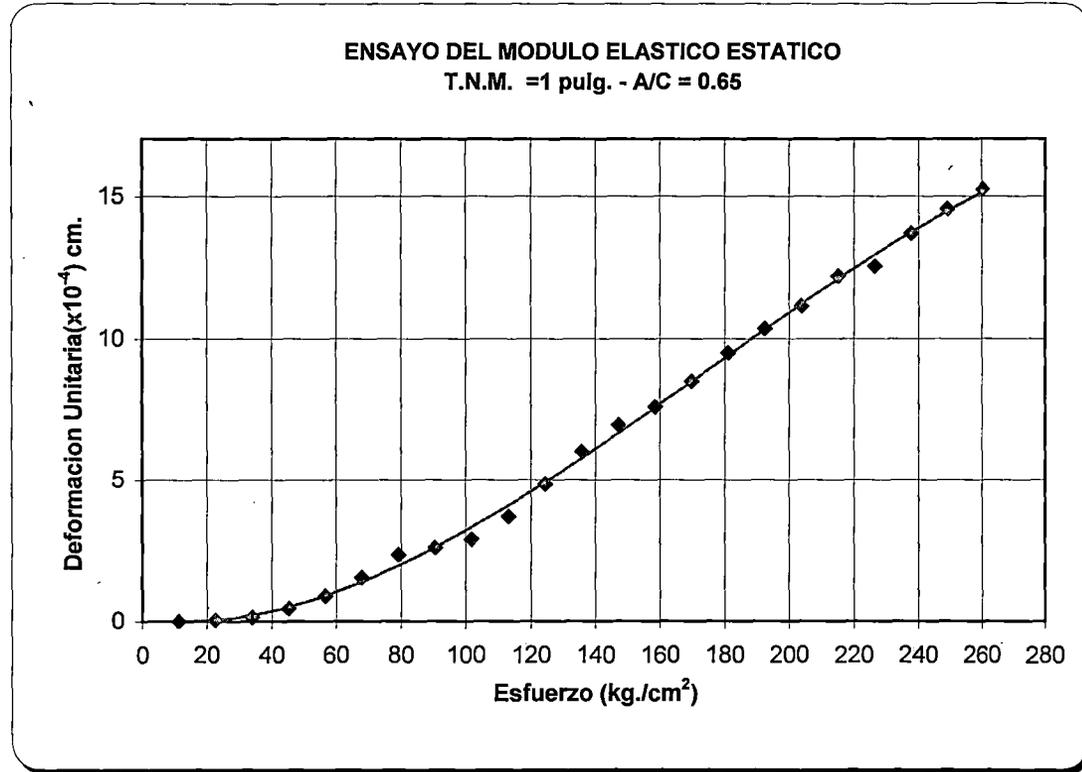
Relación a/c:	0.65	Carga Máxima:	47,500 kg.
Diámetro:	15.00 cm.	Rótura (f <sub>c</sub> ):	268.80 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	176.71 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.3**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4,000	22.64	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
6,000	33.95	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
8,000	45.27	0.50	0.40	0.45	0.45	0.45
10,000	56.59	1.00	0.80	0.90	0.90	0.90
12,000	67.91	1.80	1.30	1.55	1.55	1.55
14,000	79.22	2.80	1.90	2.35	2.35	2.35
16,000	90.54	3.10	2.10	2.60	2.60	2.60
18,000	101.86	3.50	2.30	2.90	2.90	2.90
20,000	113.18	4.20	3.20	3.70	3.70	3.70
22,000	124.49	5.40	4.30	4.85	4.85	4.85
24,000	135.81	6.80	5.20	6.00	6.00	6.00
26,000	147.13	7.90	6.00	6.95	6.95	6.95
28,000	158.45	8.80	6.40	7.60	7.60	7.60
30,000	169.77	9.60	7.40	8.50	8.50	8.50
32,000	181.08	10.80	8.20	9.50	9.50	9.50
34,000	192.40	11.60	9.10	10.35	10.35	10.35
36,000	203.72	12.40	9.90	11.15	11.15	11.15
38,000	215.04	13.80	10.60	12.20	12.20	12.20
40,000	226.35	14.10	11.00	12.55	12.55	12.55
42,000	237.67	15.30	12.10	13.70	13.70	13.70
44,000	248.99	16.10	13.00	14.55	14.55	14.55
46,000	260.31	16.80	13.70	15.25	15.25	15.25

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.3



Edad del Concreto	Esfuerzo		Deformación Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	E2=0.40xf <sub>c</sub>	E1	d2	d1	M.E.E=(E2-E1)/(d2-d1)
días	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>			kg./cm <sup>2</sup>
28	107.52	46.53	3.3 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.18 x10 <sup>5</sup>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 1pulg,**

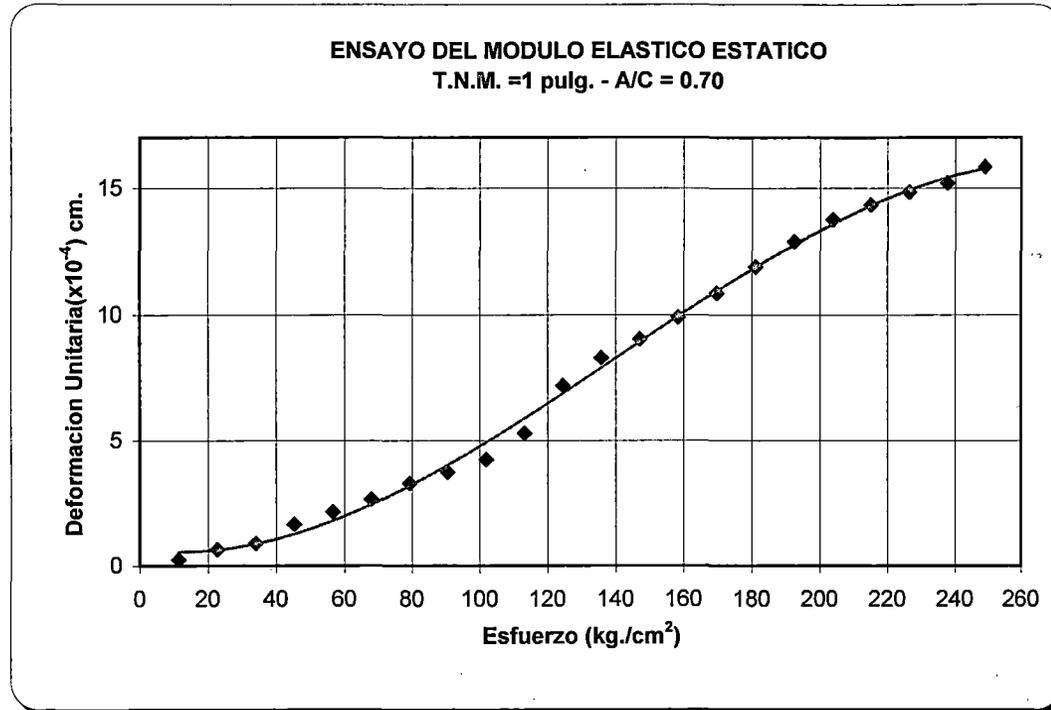
Relación a/c: 0.70	Carga Máxima: 45,400 kg.
Diámetro: 15.00 cm.	Rótura (f'c): 256.91 kg./cm <sup>2</sup>
Area: 176.71 cm <sup>2</sup>	Edad: 28 días

**CUADRO E-3.4**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
2,000	11.32	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
4,000	22.64	0.50	0.80	0.65	0.65	0.65
6,000	33.95	0.80	1.00	0.90	0.90	0.90
8,000	45.27	1.50	1.80	1.65	1.65	1.65
10,000	56.59	1.90	2.40	2.15	2.15	2.15
12,000	67.91	2.30	3.00	2.65	2.65	2.65
14,000	79.22	2.90	3.70	3.30	3.30	3.30
16,000	90.54	3.50	4.00	3.75	3.75	3.75
18,000	101.86	4.00	4.50	4.25	4.25	4.25
20,000	113.18	5.20	5.40	5.30	5.30	5.30
22,000	124.49	6.70	7.70	7.20	7.20	7.20
24,000	135.81	7.90	8.70	8.30	8.30	8.30
26,000	147.13	8.80	9.30	9.05	9.05	9.05
28,000	158.45	9.70	10.10	9.90	9.90	9.90
30,000	169.77	10.30	11.40	10.85	10.85	10.85
32,000	181.08	11.30	12.50	11.90	11.90	11.90
34,000	192.40	12.80	13.00	12.90	12.90	12.90
36,000	203.72	13.50	14.00	13.75	13.75	13.75
38,000	215.04	13.90	14.80	14.35	14.35	14.35
40,000	226.35	14.10	15.60	14.85	14.85	14.85
42,000	237.67	14.50	15.90	15.20	15.20	15.20
44,000	248.99	15.30	16.40	15.85	15.85	15.85

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.4



Edad del Concreto dias	Esfuerzo		Deformación Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	E2=0.40x f'c kg./cm <sup>2</sup>	E1 kg./cm <sup>2</sup>	d2	d1	M.E.E=(E2-E1)/(d2-d1) kg./cm <sup>2</sup>
28	102.76	18.39	4.334 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.20 x10 <sup>5</sup>

**ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. 1 pulg.**

**CUADRO E-3.5**

Edad del Concreto	Esfuerzo		Deformación Unitaria		Módulo Elástico Estático
	E2=0.40x $f_c$	E1	d2	d1	M.E.E=(E2-E1)/(d2-d1)
dias	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>			kg./cm <sup>2</sup>
0.55	122.05	29.92	4.48 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.32 x10 <sup>5</sup>
0.60	115.51	34.17	4.09 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.27 x10 <sup>5</sup>
0.65	107.52	46.53	3.30 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.18 x10 <sup>5</sup>
0.70	102.76	18.39	4.33 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.20 x10 <sup>5</sup>

$f_c$  = Resistencia a la compresión a los 28 días.

E2 = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga máxima ( $f_c$ ).

E1 = Esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de  $0.5 \times 10^{-4}$ .

d2 = Deformación unitaria correspondiente al esfuerzo E2.

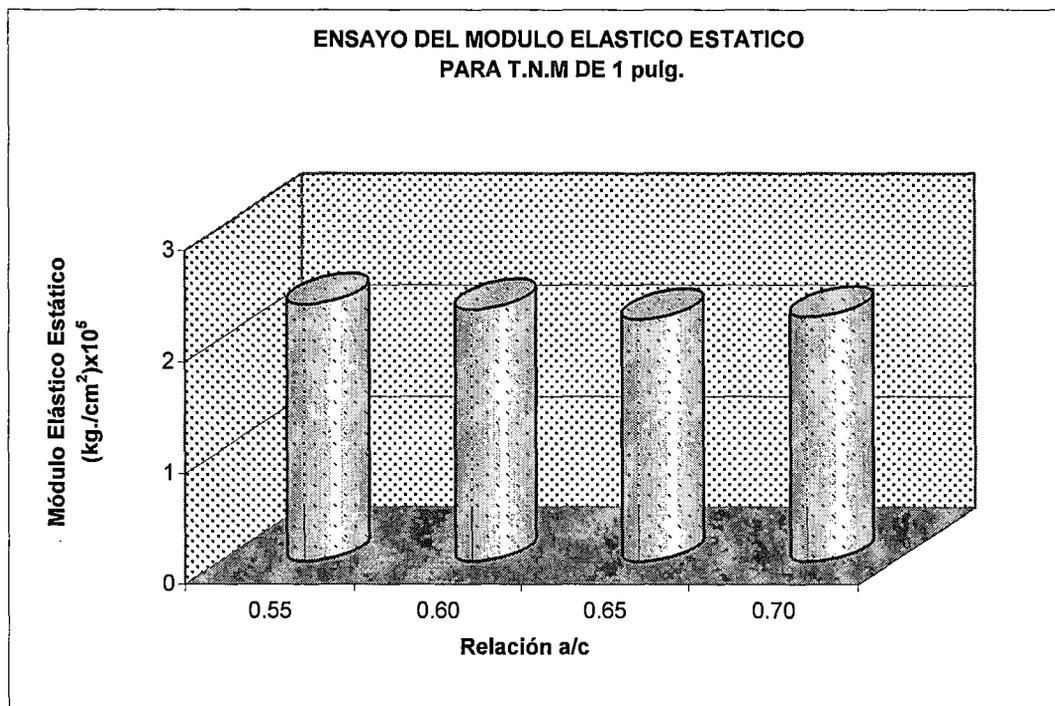
d1 = Deformación unitaria de  $0.5 \times 10^{-4}$ .

M.E.E. = Módulo Elastico Estático.

Edad del Concreto = 28 días

Asentamiento = 3 pulg. a 4 pulg.

**GRAFICO E-3.5**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 3/4pulg,**

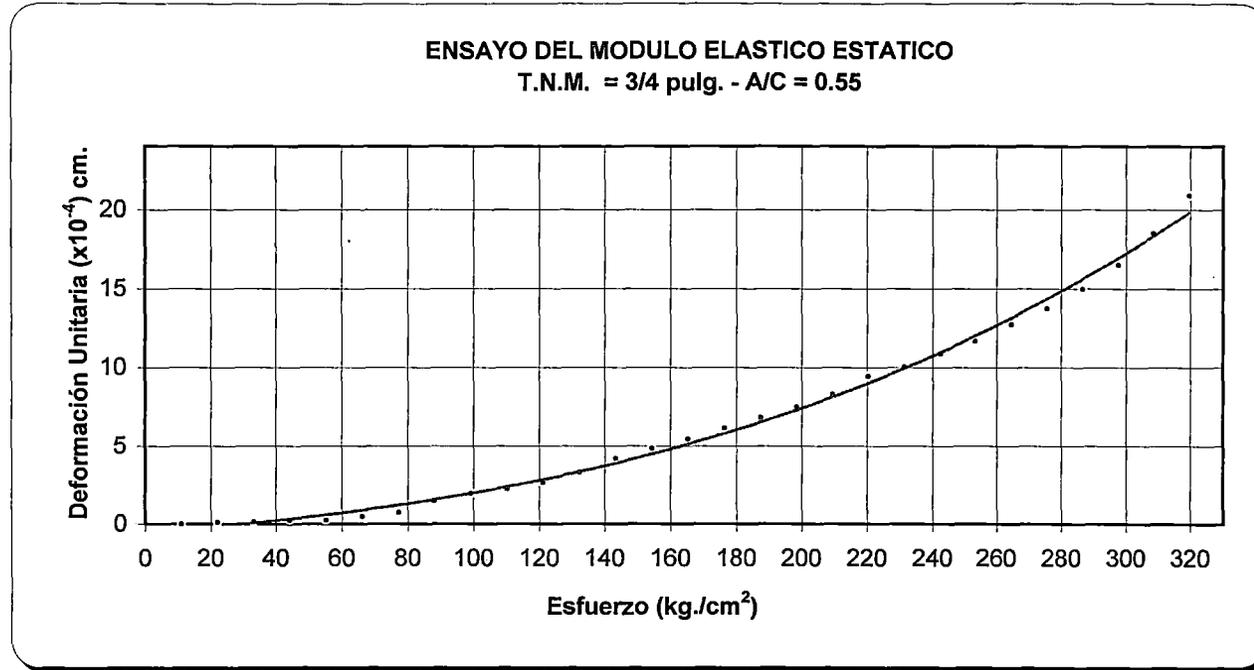
Relación :	0.55	Carga Máxima:	58,100 kg.
Diámetro:	15.20 cm.	Rótura (f <sub>c</sub> ):	320.18 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	181.46 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.6**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4,000	22.04	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6,000	33.07	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
8,000	44.09	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
10,000	55.11	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
12,000	66.13	0.60	0.40	0.50	0.50	0.50
14,000	77.15	0.80	0.70	0.75	0.75	0.75
16,000	88.17	1.50	1.40	1.45	1.45	1.45
18,000	99.20	2.00	1.90	1.95	1.95	1.95
20,000	110.22	2.30	2.20	2.25	2.25	2.25
22,000	121.24	2.70	2.60	2.65	2.65	2.65
24,000	132.26	3.40	3.20	3.30	3.30	3.30
26,000	143.28	4.10	4.30	4.20	4.20	4.20
28,000	154.31	4.70	5.00	4.85	4.85	4.85
30,000	165.33	5.30	5.60	5.45	5.45	5.45
32,000	176.35	6.00	6.30	6.15	6.15	6.15
34,000	187.37	6.50	7.10	6.80	6.80	6.80
36,000	198.39	7.10	7.90	7.50	7.50	7.50
38,000	209.41	8.00	8.60	8.30	8.30	8.30
40,000	220.44	9.00	9.90	9.45	9.45	9.45
42,000	231.46	9.60	10.50	10.05	10.05	10.05
44,000	242.48	10.30	11.50	10.90	10.90	10.90
46,000	253.50	11.00	12.40	11.70	11.70	11.70
48,000	264.52	11.90	13.60	12.75	12.75	12.75
50,000	275.55	13.00	14.50	13.75	13.75	13.75
52,000	286.57	14.00	16.00	15.00	15.00	15.00
54,000	297.59	15.30	17.70	16.50	16.50	16.50
56,000	308.61	17.00	20.00	18.50	18.50	18.50
58,000	319.63	19.00	22.80	20.90	20.90	20.90

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

GRAFICO E-3.6



- 271 -

Edad del Concreto dias	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> =0.40xf <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> kg./cm <sup>2</sup>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> ) kg./cm <sup>2</sup>
28	320.18	128.07	66.13	3.05 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.43 x10 <sup>5</sup>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 3/4pulg,**

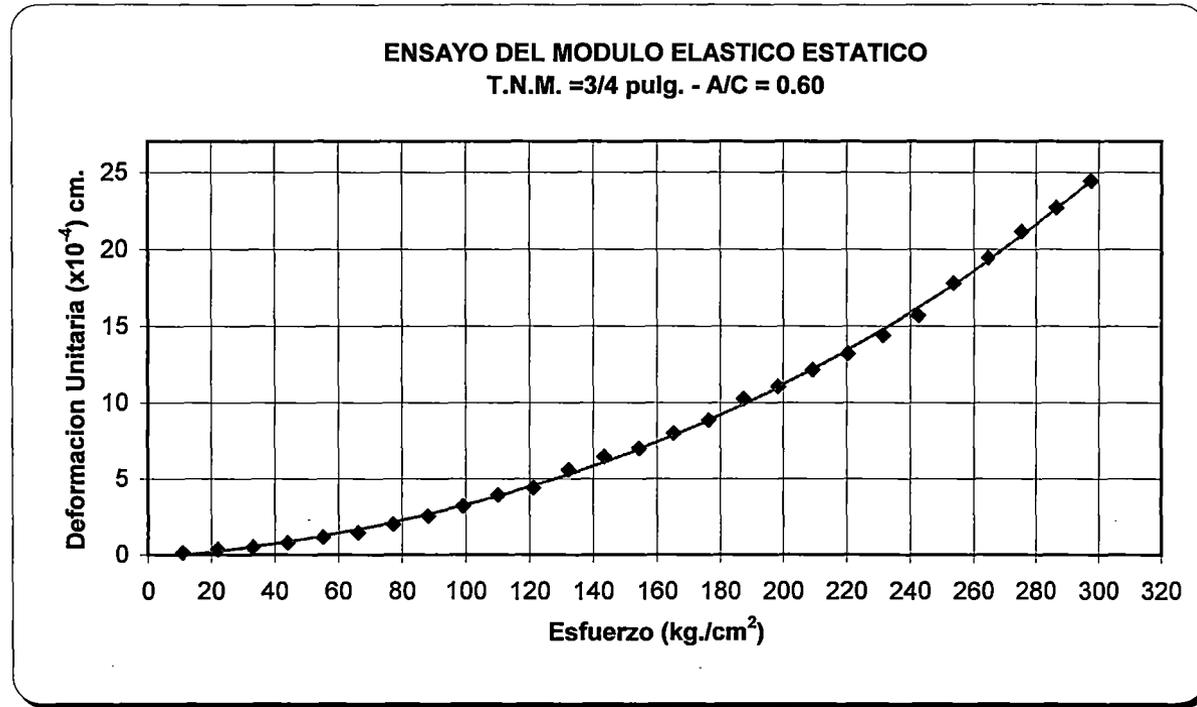
Relación a/c:	0.60	Carga Máxima:	54,500 kg.
Diámetro:	15.20 cm.	Rótura (f'c):	300.34 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	181.46 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.7**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.02	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
4,000	22.04	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35
6,000	33.07	0.60	0.40	0.50	0.50	0.50
8,000	44.09	0.90	0.70	0.80	0.80	0.80
10,000	55.11	1.30	1.00	1.15	1.15	1.15
12,000	66.13	1.60	1.30	1.45	1.45	1.45
14,000	77.15	2.10	1.90	2.00	2.00	2.00
16,000	88.17	2.60	2.50	2.55	2.55	2.55
18,000	99.20	3.30	3.10	3.20	3.20	3.20
20,000	110.22	4.30	3.60	3.95	3.95	3.95
22,000	121.24	4.80	4.00	4.40	4.40	4.40
24,000	132.26	5.90	5.30	5.60	5.60	5.60
26,000	143.28	6.90	6.00	6.45	6.45	6.45
28,000	154.31	7.50	6.50	7.00	7.00	7.00
30,000	165.33	8.70	7.30	8.00	8.00	8.00
32,000	176.35	9.60	8.10	8.85	8.85	8.85
34,000	187.37	10.80	9.70	10.25	10.25	10.25
36,000	198.39	11.70	10.40	11.05	11.05	11.05
38,000	209.41	13.00	11.30	12.15	12.15	12.15
40,000	220.44	13.70	12.70	13.20	13.20	13.20
42,000	231.46	15.00	13.80	14.40	14.40	14.40
44,000	242.48	16.40	15.00	15.70	15.70	15.70
46,000	253.50	19.90	15.70	17.80	17.80	17.80
48,000	264.52	21.00	17.90	19.45	19.45	19.45
50,000	275.55	23.70	18.60	21.15	21.15	21.15
52,000	286.57	25.90	19.50	22.70	22.70	22.70
54,000	297.59	27.20	21.70	24.45	24.45	24.45

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

GRAFICO E-3.7



Edad del Concreto dias	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> =0.40x f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> kg./cm <sup>2</sup>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> ) kg./cm <sup>2</sup>
28	300.34	120.14	33.07	4.36 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.26 x10 <sup>5</sup>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 3/4pulg,**

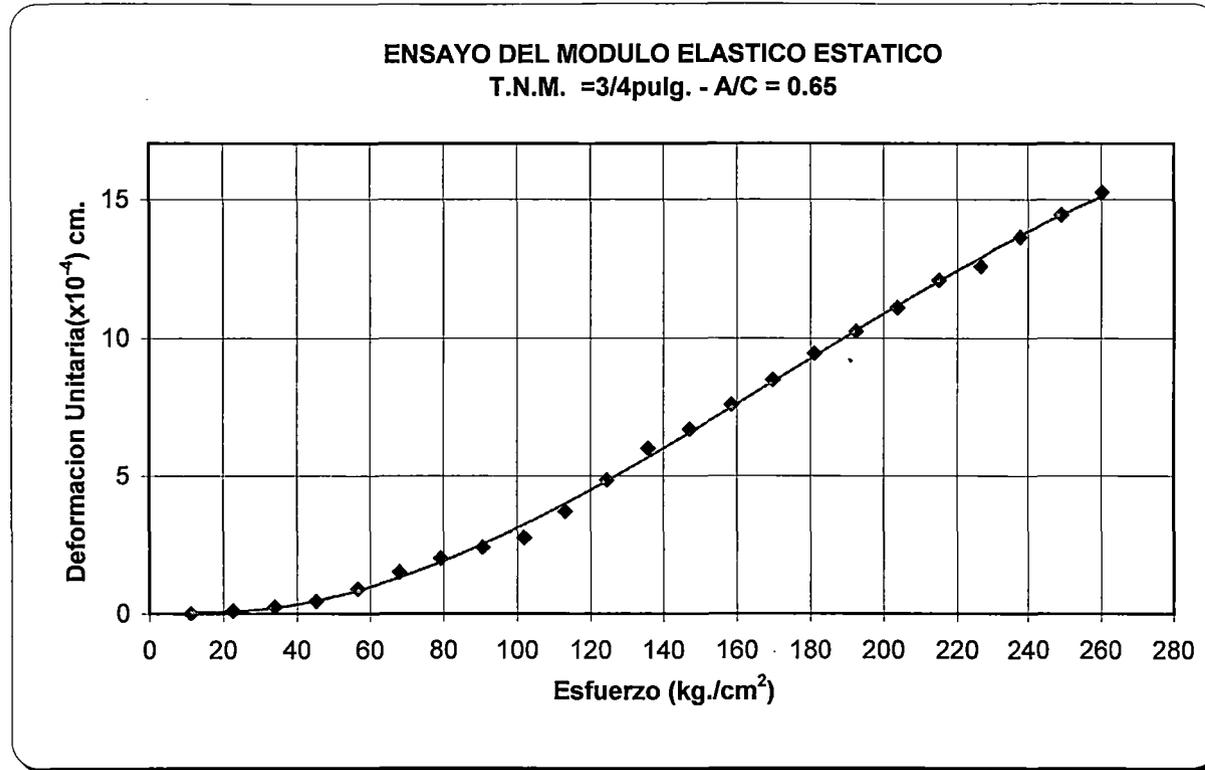
Relación a/c:	0.65	Carga Máxima:	49,000 kg.
Diámetro:	15.00 cm.	Rótura (f'c):	277.28 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	176.71 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.8**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4,000	22.64	0.00	0.20	0.10	0.10	0.10
6,000	33.95	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
8,000	45.27	0.50	0.40	0.45	0.45	0.45
10,000	56.59	1.00	0.80	0.90	0.90	0.90
12,000	67.91	1.70	1.30	1.50	1.50	1.50
14,000	79.22	2.40	1.60	2.00	2.00	2.00
16,000	90.54	3.00	1.80	2.40	2.40	2.40
18,000	101.86	3.40	2.10	2.75	2.75	2.75
20,000	113.18	4.10	3.30	3.70	3.70	3.70
22,000	124.49	5.40	4.30	4.85	4.85	4.85
24,000	135.81	6.90	5.10	6.00	6.00	6.00
26,000	147.13	7.50	5.90	6.70	6.70	6.70
28,000	158.45	8.70	6.50	7.60	7.60	7.60
30,000	169.77	9.70	7.30	8.50	8.50	8.50
32,000	181.08	10.80	8.10	9.45	9.45	9.45
34,000	192.40	11.50	9.00	10.25	10.25	10.25
36,000	203.72	12.30	9.90	11.10	11.10	11.10
38,000	215.04	13.70	10.50	12.10	12.10	12.10
40,000	226.35	14.10	11.10	12.60	12.60	12.60
42,000	237.67	15.30	12.00	13.65	13.65	13.65
44,000	248.99	16.00	12.90	14.45	14.45	14.45
46,000	260.31	16.80	13.70	15.25	15.25	15.25
48,000	271.62	17.40	14.90	16.15	16.15	16.15

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

GRAFICO E-3.8



Edad del Concreto dias	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> =0.40xf <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> kg./cm <sup>2</sup>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> ) kg./cm <sup>2</sup>
28	277.28	110.91	46.53	3.51 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.14 x10 <sup>5</sup>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 3/4pulg,**

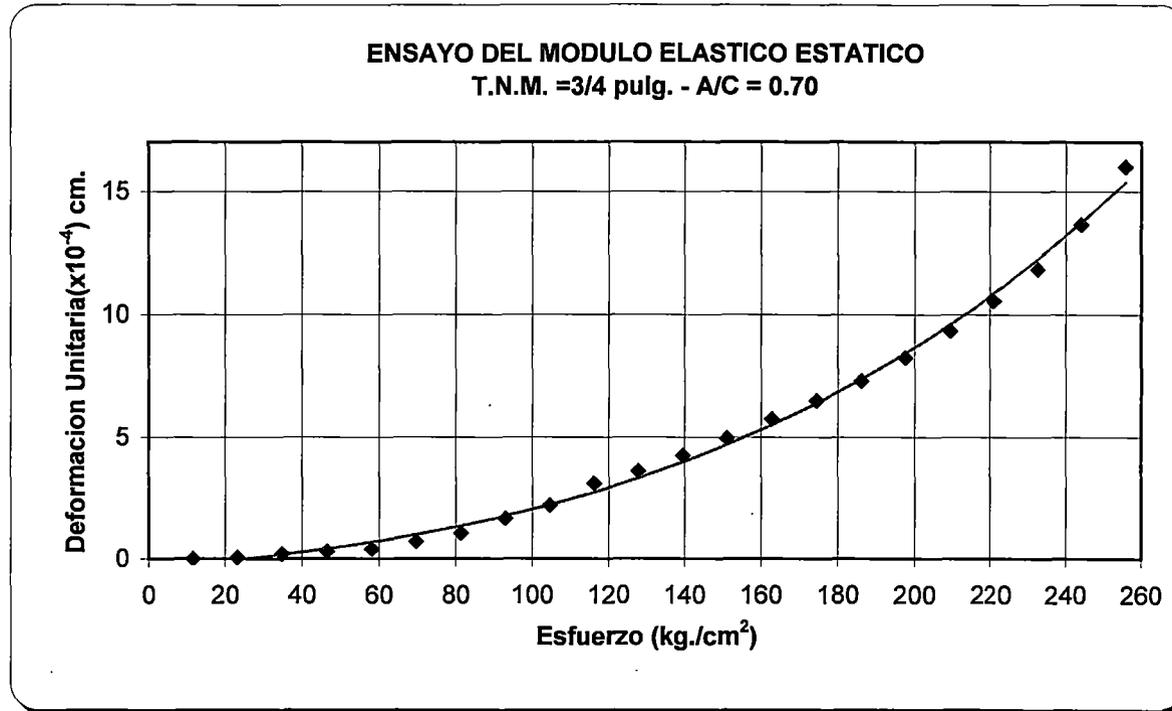
Relación a/c:	0.70	Carga Máxima:	47,900 kg.
Diámetro:	14.80 cm.	Rótura (f <sub>c</sub> ):	278.43 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	172.03 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.9**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4,000	23.25	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
6,000	34.88	0.10	0.30	0.20	0.20	0.20
8,000	46.50	0.20	0.40	0.30	0.30	0.30
10,000	58.13	0.30	0.50	0.40	0.40	0.40
12,000	69.75	0.80	0.60	0.70	0.70	0.70
14,000	81.38	0.90	1.20	1.05	1.05	1.05
16,000	93.01	1.40	1.90	1.65	1.65	1.65
18,000	104.63	1.90	2.50	2.20	2.20	2.20
20,000	116.26	2.50	3.70	3.10	3.10	3.10
22,000	127.88	3.20	4.00	3.60	3.60	3.60
24,000	139.51	3.70	4.80	4.25	4.25	4.25
26,000	151.13	4.40	5.50	4.95	4.95	4.95
28,000	162.76	5.10	6.40	5.75	5.75	5.75
30,000	174.38	5.70	7.30	6.50	6.50	6.50
32,000	186.01	6.40	8.20	7.30	7.30	7.30
34,000	197.64	7.20	9.30	8.25	8.25	8.25
36,000	209.26	8.20	10.50	9.35	9.35	9.35
38,000	220.89	9.10	12.00	10.55	10.55	10.55
40,000	232.51	10.20	13.50	11.85	11.85	11.85
42,000	244.14	11.50	15.80	13.65	13.65	13.65
44,000	255.76	13.20	18.80	16.00	16.00	16.00
46,000	267.39	15.40	19.10	17.25	17.25	17.25

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

GRAFICO E-3.9



Edad del Concreto dias	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> =0.40x f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> kg./cm <sup>2</sup>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> ) kg./cm <sup>2</sup>
28	278.43	111.37	62.00	2.722 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.22 x10 <sup>5</sup>

**ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. 3/4 pulg.**

**CUADRO E-3.10**

Edad del Concreto días	Esfuerzo		Deformación Unitaria		Módulo Elástico Estático
	E2=0.40x f'c kg./cm <sup>2</sup>	E1 kg./cm <sup>2</sup>	d2	d1	M.E.E=(E2-E1)/(d2-d1) kg./cm <sup>2</sup>
0.55	128.07	66.13	3.05 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.43 x10 <sup>5</sup>
0.60	120.14	33.07	4.36 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.26 x10 <sup>5</sup>
0.65	110.91	46.53	3.51 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.14 x10 <sup>5</sup>
0.70	111.37	62.00	2.72 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.22 x10 <sup>5</sup>

f'c = Resistencia a la compresión a los 28 días.

E2 = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga máxima (f'c).

E1 = Esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.5X10<sup>-4</sup>.

d2 = Deformación unitaria correspondiente al esfuerzo E2.

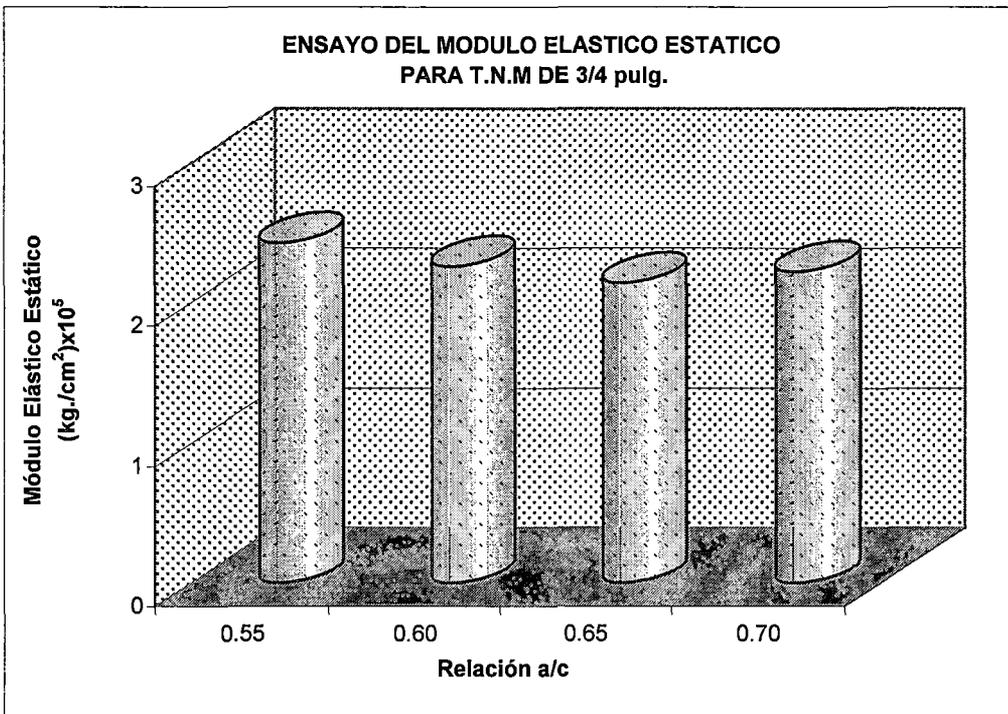
d1 = Deformación unitaria de 0.5X10<sup>-4</sup>.

M.E.E. = Módulo Elastico Estático.

Edad del Concreto = 28 días

Asentamiento = 3 pulg. a 4 pulg.

**CUADRO E-3.10**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 1/2 pulg,**

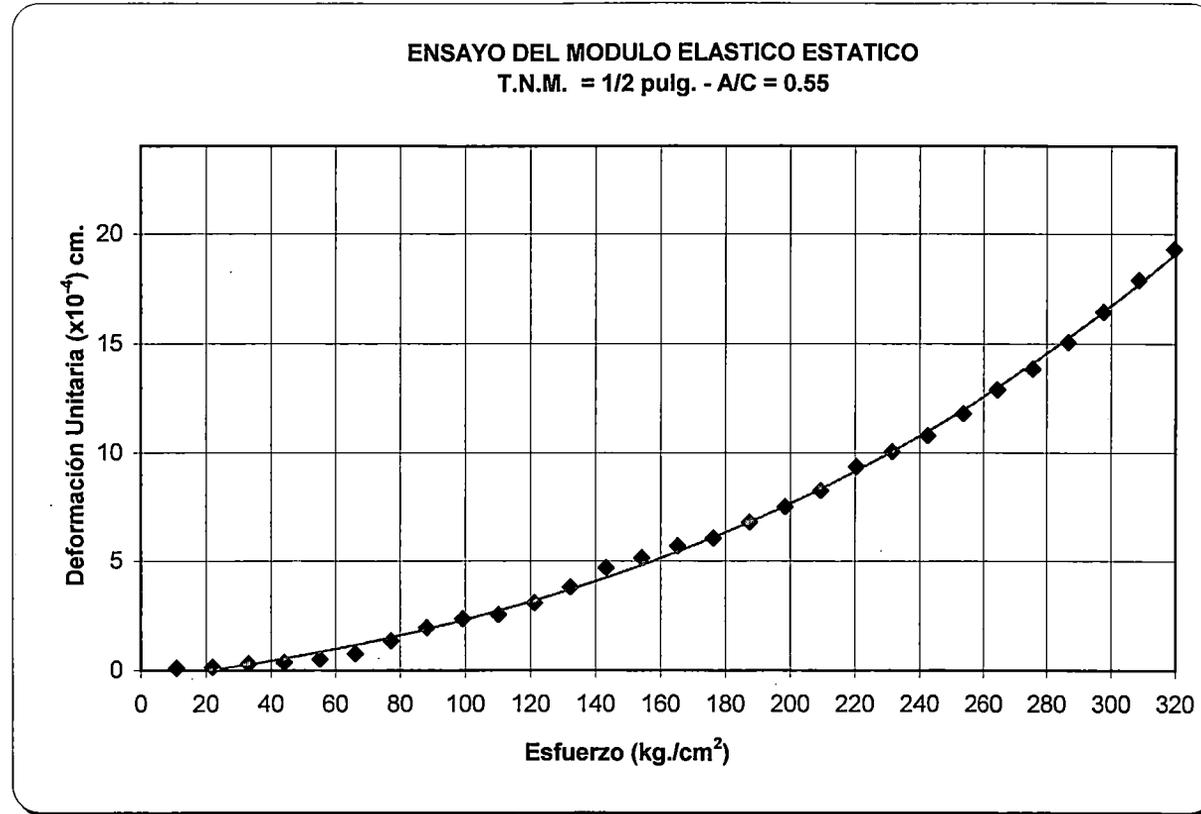
Relación a/c	0.55	Carga Maxima:	59,800 kg.
Diametro:	15.20 cm.	Rotura (f'c):	329.55 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	181.46 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 dias

**CUADRO E-3.11**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.02	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4,000	22.04	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
6,000	33.07	0.40	0.20	0.30	0.30	0.30
8,000	44.09	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35
10,000	55.11	0.60	0.40	0.50	0.50	0.50
12,000	66.13	0.80	0.70	0.75	0.75	0.75
14,000	77.15	1.40	1.30	1.35	1.35	1.35
16,000	88.17	1.90	2.00	1.95	1.95	1.95
18,000	99.20	2.40	2.30	2.35	2.35	2.35
20,000	110.22	2.50	2.60	2.55	2.55	2.55
22,000	121.24	3.40	2.80	3.10	3.10	3.10
24,000	132.26	3.70	3.90	3.80	3.80	3.80
26,000	143.28	4.60	4.80	4.70	4.70	4.70
28,000	154.31	5.00	5.30	5.15	5.15	5.15
30,000	165.33	5.60	5.80	5.70	5.70	5.70
32,000	176.35	5.90	6.20	6.05	6.05	6.05
34,000	187.37	6.40	7.20	6.80	6.80	6.80
36,000	198.39	7.00	8.00	7.50	7.50	7.50
38,000	209.41	7.80	8.70	8.25	8.25	8.25
40,000	220.44	8.90	9.80	9.35	9.35	9.35
42,000	231.46	9.50	10.60	10.05	10.05	10.05
44,000	242.48	10.20	11.40	10.80	10.80	10.80
46,000	253.50	11.10	12.50	11.80	11.80	11.80
48,000	264.52	12.00	13.80	12.90	12.90	12.90
50,000	275.55	13.10	14.60	13.85	13.85	13.85
52,000	286.57	14.20	15.90	15.05	15.05	15.05
54,000	297.59	15.30	17.60	16.45	16.45	16.45
56,000	308.61	16.20	19.60	17.90	17.90	17.90
58,000	319.63	17.40	21.20	19.30	19.30	19.30

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.11



Edad del Concreto días	Esfuerzo			Deformación Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> =0.40x f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> kg./cm <sup>2</sup>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> ) kg./cm <sup>2</sup>
28	329.55	131.82	55.11	3.772 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.34 x10 <sup>5</sup>

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 1/2 pulg,**

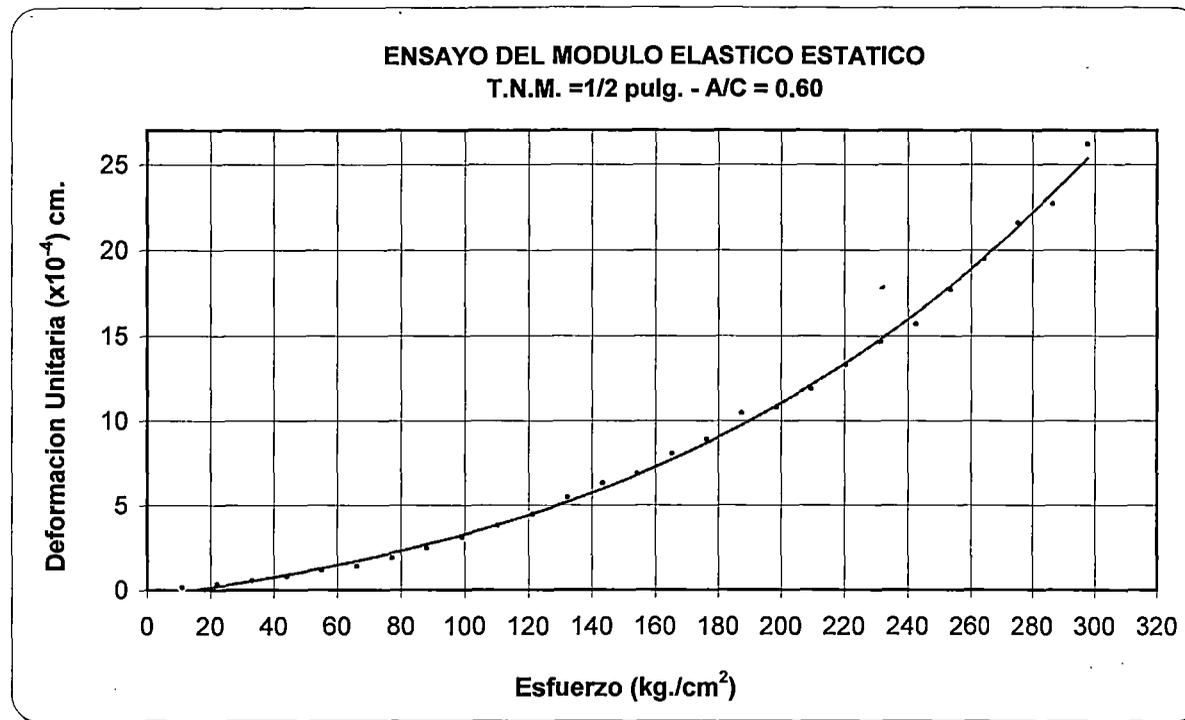
Relacion a/c:	0.60	Carga Maximi:	54,400 kg.
Diametro:	15.20 cm.	Rotura (f'c):	299.79 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	181.46 cm <sup>2</sup> .	Edad:	28 dias

**CUADRO E-3.12**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg/cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.02	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
4,000	22.04	0.30	0.40	0.35	0.35	0.35
6,000	33.07	0.50	0.60	0.55	0.55	0.55
8,000	44.09	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
10,000	55.11	1.20	1.10	1.15	1.15	1.15
12,000	66.13	1.50	1.30	1.40	1.40	1.40
14,000	77.15	2.00	1.80	1.90	1.90	1.90
16,000	88.17	2.50	2.40	2.45	2.45	2.45
18,000	99.20	3.20	3.00	3.10	3.10	3.10
20,000	110.22	4.10	3.50	3.80	3.80	3.80
22,000	121.24	4.70	4.20	4.45	4.45	4.45
24,000	132.26	5.80	5.10	5.45	5.45	5.45
26,000	143.28	6.80	5.80	6.30	6.30	6.30
28,000	154.31	7.60	6.10	6.85	6.85	6.85
30,000	165.33	8.70	7.40	8.05	8.05	8.05
32,000	176.35	9.80	8.00	8.90	8.90	8.90
34,000	187.37	11.00	9.90	10.45	10.45	10.45
36,000	198.39	11.40	10.20	10.80	10.80	10.80
38,000	209.41	12.50	11.30	11.90	11.90	11.90
40,000	220.44	13.60	13.00	13.30	13.30	13.30
42,000	231.46	15.40	13.90	14.65	14.65	14.65
44,000	242.48	16.50	14.90	15.70	15.70	15.70
46,000	253.50	20.00	15.40	17.70	17.70	17.70
48,000	264.52	21.10	17.90	19.50	19.50	19.50
50,000	275.55	24.50	18.70	21.60	21.60	21.60
52,000	286.57	26.50	18.90	22.70	22.70	22.70
54,000	297.59	29.00	23.40	26.20	26.20	26.20

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.12



Edad del Concreto dias	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> =0.40x f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> kg./cm <sup>2</sup>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> ) kg./cm <sup>2</sup>
28	299.79	119.92	30.86	4.37 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.30 x10 <sup>5</sup>

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 1/2 pulg,**

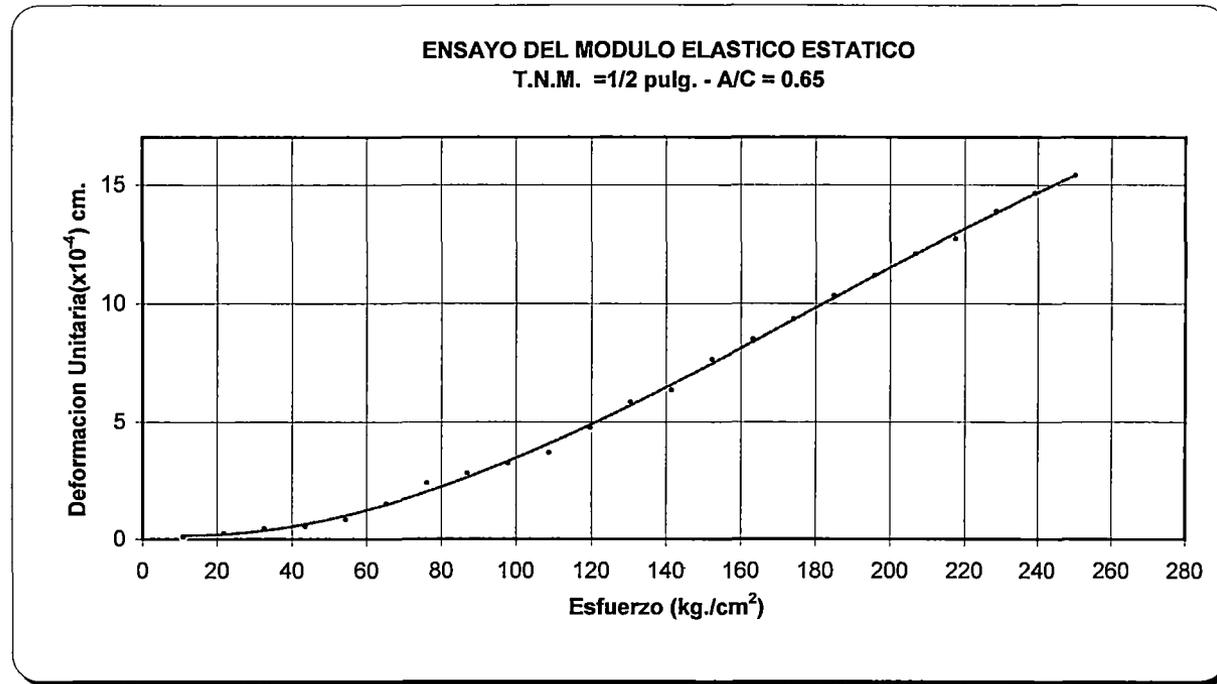
Relacion a/c:	0.65	Carga Maxim:	49,500 kg.
Diametro:	15.30 cm.	Rotura (f <sub>c</sub> ):	269.24 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	183.85 cm <sup>2</sup> .	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.13**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO	LECTURA	DEFORMACION
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg/cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	LECTURAS	CORREGIDA	UNITARIA
				cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	10.88	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4,000	21.76	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
6,000	32.63	0.50	0.40	0.45	0.45	0.45
8,000	43.51	0.60	0.50	0.55	0.55	0.55
10,000	54.39	0.90	0.80	0.85	0.85	0.85
12,000	65.27	1.60	1.40	1.50	1.50	1.50
14,000	76.15	2.50	2.30	2.40	2.40	2.40
16,000	87.03	3.00	2.60	2.80	2.80	2.80
18,000	97.90	3.50	3.00	3.25	3.25	3.25
20,000	108.78	3.90	3.50	3.70	3.70	3.70
22,000	119.66	5.40	4.10	4.75	4.75	4.75
24,000	130.54	6.80	4.90	5.85	5.85	5.85
26,000	141.42	7.40	5.30	6.35	6.35	6.35
28,000	152.29	8.60	6.70	7.65	7.65	7.65
30,000	163.17	9.60	7.40	8.50	8.50	8.50
32,000	174.05	10.50	8.20	9.35	9.35	9.35
34,000	184.93	11.60	9.10	10.35	10.35	10.35
36,000	195.81	12.40	10.00	11.20	11.20	11.20
38,000	206.69	13.60	10.60	12.10	12.10	12.10
40,000	217.56	14.20	11.30	12.75	12.75	12.75
42,000	228.44	15.40	12.40	13.90	13.90	13.90
44,000	239.32	16.10	13.20	14.65	14.65	14.65
46,000	250.20	16.80	14.00	15.40	15.40	15.40
48,000	261.08	17.90	15.50	16.70	16.70	16.70

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.13



Edad del Concreto dias	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> =0.40x f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> kg./cm <sup>2</sup>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> ) kg./cm <sup>2</sup>
28	269.24	107.69	38.07	3.655 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.21 x10 <sup>5</sup>

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 1/2 pulg,**

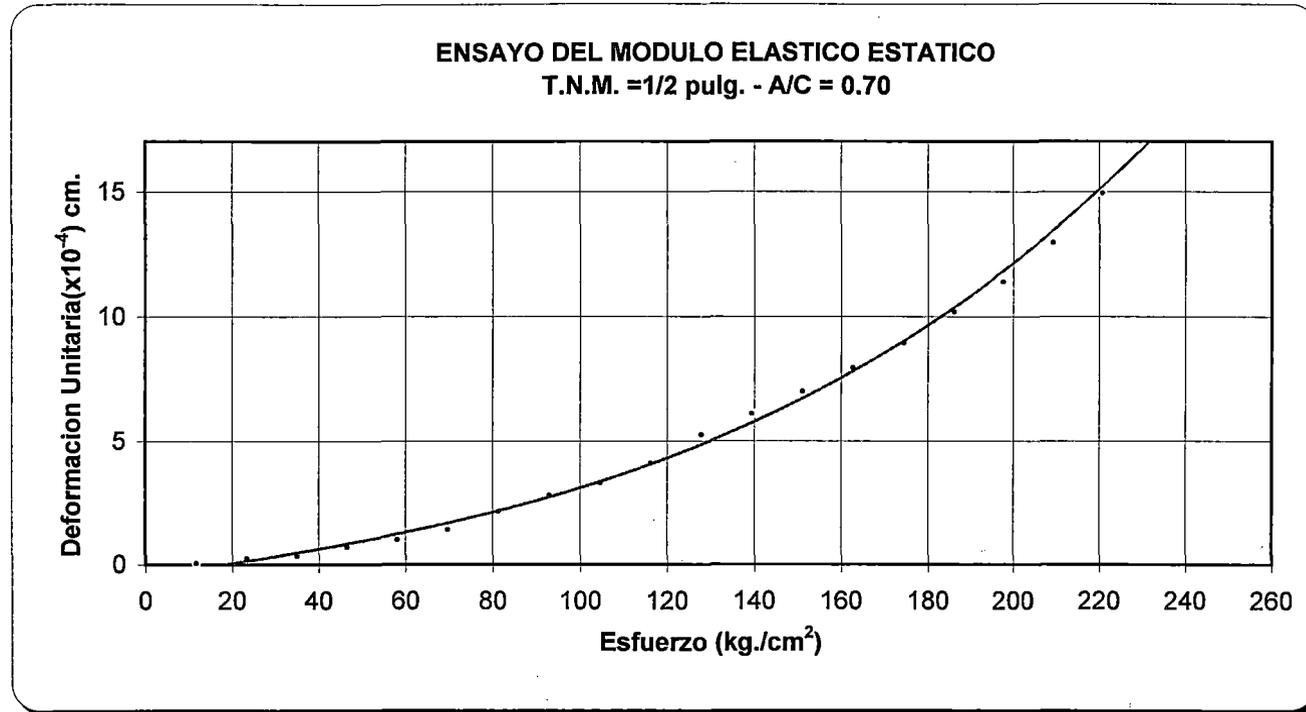
Relacion a/	0.70	Carga Maxim:	48,200 kg.
Diametro:	14.80 cm.	Rotura (fc):	280.18 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	172.03 cm <sup>2</sup> .	Edad:	28 dias

**CUADRO E-3.14**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg/cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.63	0.00	0.10	0.05	0.05	0.05
4,000	23.25	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
6,000	34.88	0.30	0.40	0.35	0.35	0.35
8,000	46.50	0.60	0.80	0.70	0.70	0.70
10,000	58.13	1.10	0.90	1.00	1.00	1.00
12,000	69.75	1.50	1.30	1.40	1.40	1.40
14,000	81.38	2.30	2.00	2.15	2.15	2.15
16,000	93.01	3.00	2.60	2.80	2.80	2.80
18,000	104.63	3.50	3.10	3.30	3.30	3.30
20,000	116.26	4.20	4.00	4.10	4.10	4.10
22,000	127.88	5.50	5.00	5.25	5.25	5.25
24,000	139.51	6.50	5.70	6.10	6.10	6.10
26,000	151.13	7.50	6.50	7.00	7.00	7.00
28,000	162.76	8.50	7.40	7.95	7.95	7.95
30,000	174.38	9.70	8.20	8.95	8.95	8.95
32,000	186.01	11.00	9.40	10.20	10.20	10.20
34,000	197.64	12.40	10.40	11.40	11.40	11.40
36,000	209.26	14.20	11.70	12.95	12.95	12.95
38,000	220.89	16.40	13.50	14.95	14.95	14.95
40,000	232.51	19.60	15.70	17.65	17.65	17.65
42,000	244.14	21.70	17.40	19.55	19.55	19.55
44,000	255.76	23.20	19.50	21.35	21.35	21.35
46,000	267.39	23.20	19.50	21.35	21.35	21.35
48,000	279.02	23.20	19.50	21.35	21.35	21.35

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.14



Edad del Concreto dias	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> =0.40x f <sub>c</sub> kg./cm <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> kg./cm <sup>2</sup>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> ) kg./cm <sup>2</sup>
28	280.18	112.07	39.86	3.812 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.18 x10 <sup>5</sup>

**ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. 1/2 pulg.**

**CUADRO E-3.15**

Edad del Concreto	Esfuerzo			Deformación Unitaria		Módulo Elástico Estático
	$f_c$	$E_2=0.40xf_c$	$E_1$	$d_2$	$d_1$	$M.E.E=(E_2-E_1)/(d_2-d_1)$
días	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>			kg./cm <sup>2</sup>
0.55	329.55	131.82	55.11	$3.78 \times 10^{-4}$	$0.5 \times 10^{-4}$	$2.34 \times 10^5$
0.60	299.79	119.92	30.86	$4.37 \times 10^{-4}$	$0.5 \times 10^{-4}$	$2.30 \times 10^5$
0.65	269.24	107.70	38.07	$3.66 \times 10^{-4}$	$0.5 \times 10^{-4}$	$2.21 \times 10^5$
0.70	280.00	112.00	39.86	$3.81 \times 10^{-4}$	$0.5 \times 10^{-4}$	$2.18 \times 10^5$

$f_c$  = Resistencia a la compresión a los 28 días.

$E_2$  = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga máxima ( $f_c$ ).

$E_1$  = Esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de  $0.5 \times 10^{-4}$ .

$d_2$  = Deformación unitaria correspondiente al esfuerzo  $E_2$ .

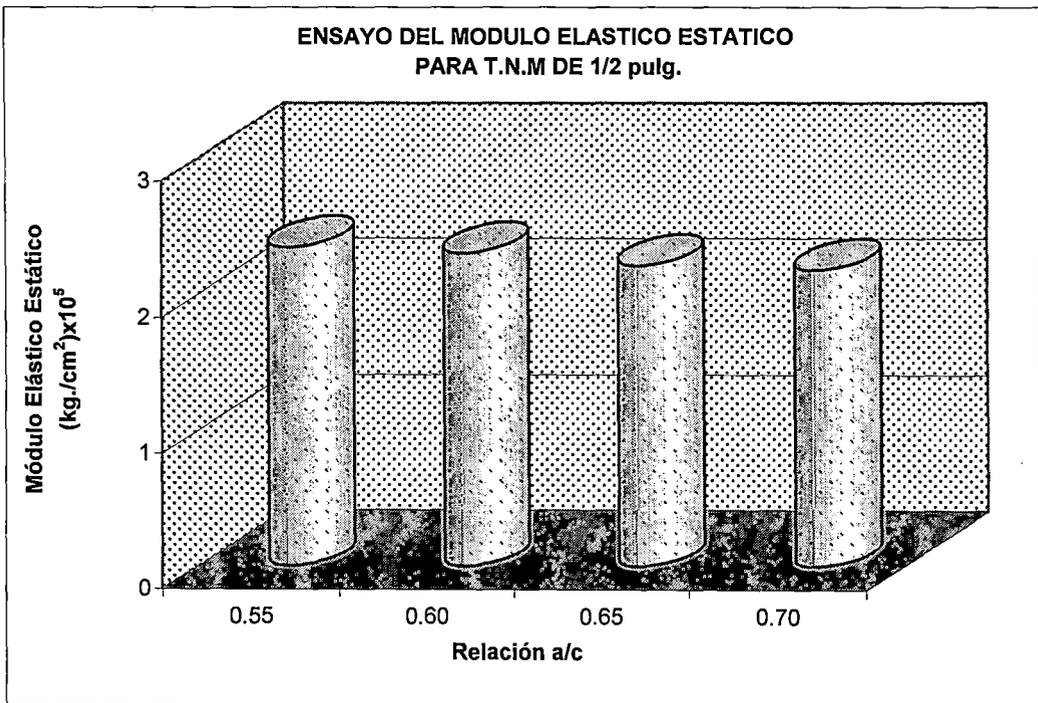
$d_1$  = Deformación unitaria de  $0.5 \times 10^{-4}$ .

M.E.E. = Módulo Elastico Estático.

Edad del Concreto = 28 días

Asentamiento = 3 pulg. a 4 pulg.

**FIGURA E-3.15**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 3/8 pulg,**

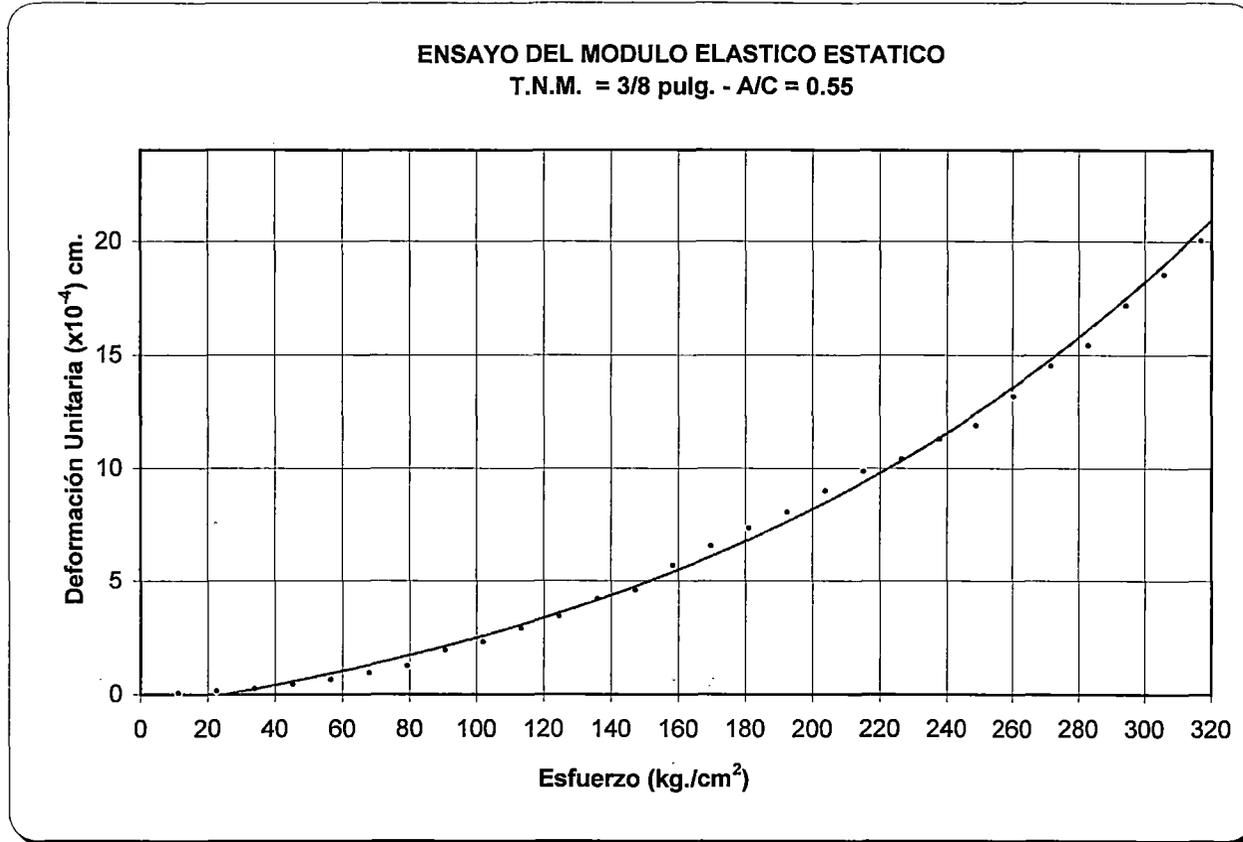
Relación a/c:	0.55	Carga Máxim:	59,700 kg.
Diámetro:	15.00 cm.	Rótura (f <sub>c</sub> ):	337.83 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	176.71 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.16**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.32	0.10	0.00	0.05	0.05	0.05
4,000	22.64	0.20	0.10	0.15	0.15	0.15
6,000	33.95	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
8,000	45.27	0.50	0.40	0.45	0.45	0.45
10,000	56.59	0.70	0.60	0.65	0.65	0.65
12,000	67.91	1.10	0.80	0.95	0.95	0.95
14,000	79.22	1.30	1.20	1.25	1.25	1.25
16,000	90.54	2.10	1.80	1.95	1.95	1.95
18,000	101.86	2.40	2.20	2.30	2.30	2.30
20,000	113.18	3.00	2.80	2.90	2.90	2.90
22,000	124.49	3.80	3.10	3.45	3.45	3.45
24,000	135.81	4.70	3.70	4.20	4.20	4.20
26,000	147.13	5.10	4.10	4.60	4.60	4.60
28,000	158.45	6.20	5.20	5.70	5.70	5.70
30,000	169.77	6.90	6.20	6.55	6.55	6.55
32,000	181.08	7.80	6.90	7.35	7.35	7.35
34,000	192.40	8.90	7.20	8.05	8.05	8.05
36,000	203.72	10.10	7.90	9.00	9.00	9.00
38,000	215.04	11.40	8.30	9.85	9.85	9.85
40,000	226.35	11.90	8.90	10.40	10.40	10.40
42,000	237.67	12.20	10.40	11.30	11.30	11.30
44,000	248.99	13.30	10.50	11.90	11.90	11.90
46,000	260.31	14.40	12.00	13.20	13.20	13.20
48,000	271.62	16.20	12.90	14.55	14.55	14.55
50,000	282.94	17.10	13.80	15.45	15.45	15.45
52,000	294.26	19.30	15.10	17.20	17.20	17.20
54,000	305.58	20.90	16.20	18.55	18.55	18.55
56,000	316.90	22.40	17.70	20.05	20.05	20.05
58,000	328.21	25.70	21.50	23.60	23.60	23.60

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.16



Edad del Concreto días	Esfuerzo			Deformación Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	$f_c$ kg./cm <sup>2</sup>	$E_2=0.40 \times f_c$ kg./cm <sup>2</sup>	$E_1$ kg./cm <sup>2</sup>	d2	d1	$M.E.E=(E_2-E_1)/(d_2-d_1)$ kg./cm <sup>2</sup>
28	337.83	135.13	48.10	$4.155 \times 10^{-4}$	$0.5 \times 10^{-4}$	$2.38 \times 10^5$

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 3/8 pulg,**

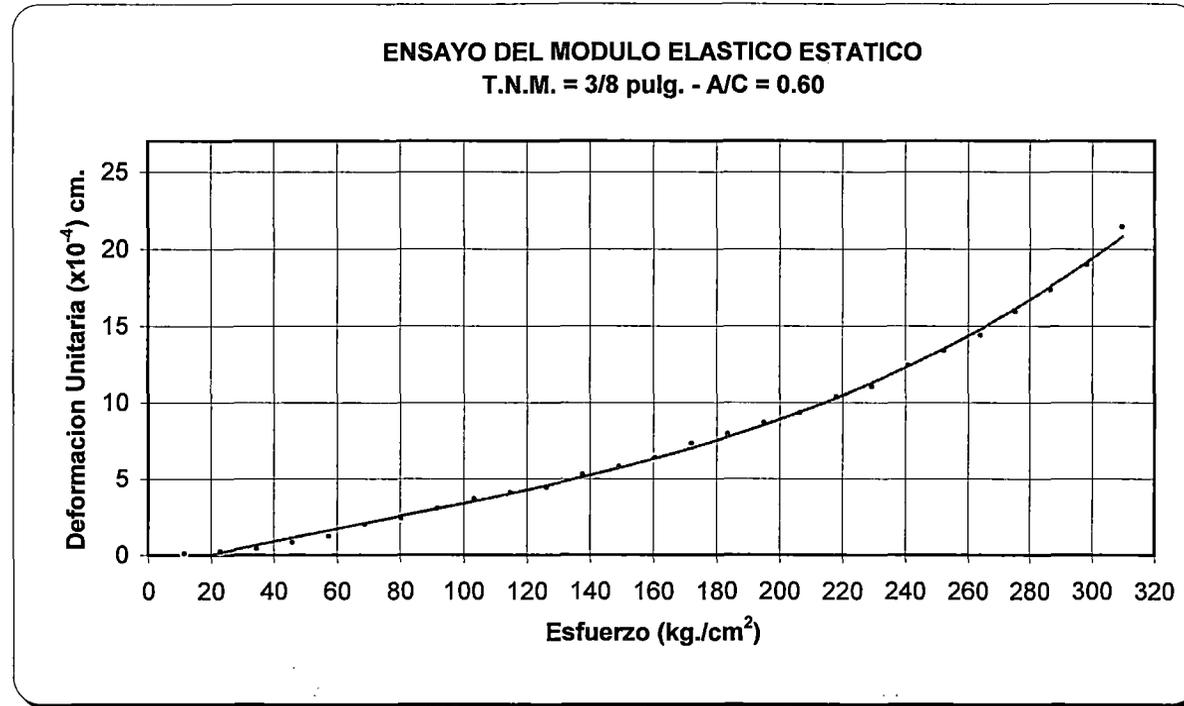
Relación a/c:	0.60	Carga Máxim:	55,500 kg.
Diámetro:	14.90 cm.	Rótura (f'c):	318.30 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	174.37 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.17**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.47	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4,000	22.94	0.30	0.20	0.25	0.25	0.25
6,000	34.41	0.50	0.40	0.45	0.45	0.45
8,000	45.88	1.10	0.60	0.85	0.85	0.85
10,000	57.35	1.50	1.00	1.25	1.25	1.25
12,000	68.82	2.10	1.90	2.00	2.00	2.00
14,000	80.29	2.60	2.20	2.40	2.40	2.40
16,000	91.76	3.20	2.90	3.05	3.05	3.05
18,000	103.23	3.60	3.80	3.70	3.70	3.70
20,000	114.70	4.00	4.20	4.10	4.10	4.10
22,000	126.17	4.40	4.50	4.45	4.45	4.45
24,000	137.64	5.00	5.60	5.30	5.30	5.30
26,000	149.11	5.60	6.00	5.80	5.80	5.80
28,000	160.58	6.10	6.70	6.40	6.40	6.40
30,000	172.05	7.20	7.50	7.35	7.35	7.35
32,000	183.52	7.60	8.30	7.95	7.95	7.95
34,000	194.99	8.30	9.10	8.70	8.70	8.70
36,000	206.46	8.90	9.80	9.35	9.35	9.35
38,000	217.93	10.00	10.80	10.40	10.40	10.40
40,000	229.40	10.40	11.70	11.05	11.05	11.05
42,000	240.87	11.10	13.80	12.45	12.45	12.45
44,000	252.34	11.90	14.90	13.40	13.40	13.40
46,000	263.81	13.00	15.80	14.40	14.40	14.40
48,000	275.28	14.20	17.70	15.95	15.95	15.95
50,000	286.75	15.90	18.80	17.35	17.35	17.35
52,000	298.22	17.20	20.80	19.00	19.00	19.00
54,000	309.69	19.20	23.70	21.45	21.45	21.45

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.17



Edad del Concreto	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub>	E <sub>2</sub> =0.40x f <sub>c</sub>	E <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> )
dias	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>			kg./cm <sup>2</sup>
28	318.30	127.32	35.84	4.54 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.27 x10 <sup>5</sup>

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 3/8 pulg,**

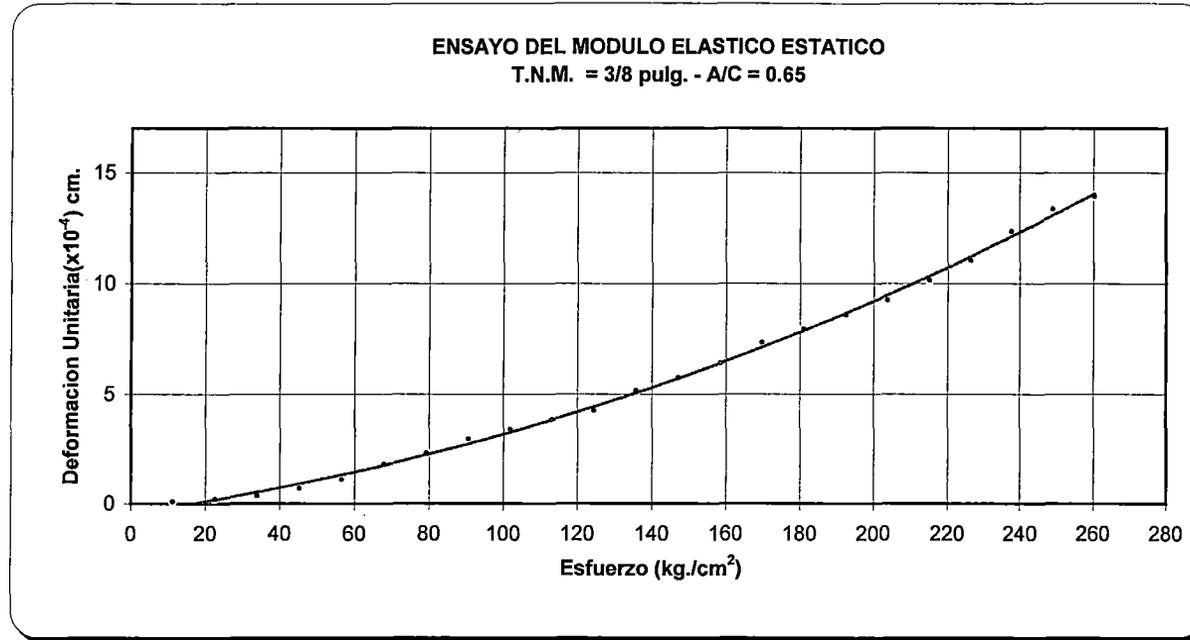
Relación a/c:	0.65	Carga Máxim:	53,200 kg.
Diámetro:	15.00 cm.	Rótura (f'c):	301.05 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	176.71 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.18**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.32	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4,000	22.64	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6,000	33.95	0.40	0.30	0.35	0.35	0.35
8,000	45.27	0.80	0.60	0.70	0.70	0.70
10,000	56.59	1.20	1.00	1.10	1.10	1.10
12,000	67.91	1.90	1.70	1.80	1.80	1.80
14,000	79.22	2.40	2.20	2.30	2.30	2.30
16,000	90.54	3.00	2.90	2.95	2.95	2.95
18,000	101.86	3.30	3.50	3.40	3.40	3.40
20,000	113.18	3.70	4.00	3.85	3.85	3.85
22,000	124.49	4.10	4.40	4.25	4.25	4.25
24,000	135.81	4.80	5.50	5.15	5.15	5.15
26,000	147.13	5.40	6.10	5.75	5.75	5.75
28,000	158.45	6.00	6.80	6.40	6.40	6.40
30,000	169.77	7.10	7.60	7.35	7.35	7.35
32,000	181.08	7.70	8.20	7.95	7.95	7.95
34,000	192.40	8.20	9.00	8.60	8.60	8.60
36,000	203.72	8.80	9.70	9.25	9.25	9.25
38,000	215.04	9.70	10.60	10.15	10.15	10.15
40,000	226.35	10.50	11.60	11.05	11.05	11.05
42,000	237.67	11.00	13.70	12.35	12.35	12.35
44,000	248.99	12.00	14.70	13.35	13.35	13.35
46,000	260.31	12.80	15.10	13.95	13.95	13.95
48,000	271.62	14.10	16.70	15.40	15.40	15.40
50,000	282.94	15.70	18.30	17.00	17.00	17.00
52,000	294.26	16.90	19.70	18.30	18.30	18.30

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.18



Edad del Concreto	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub>	E <sub>2</sub> =0.40x f <sub>c</sub>	E <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> )
dias	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>			kg./cm <sup>2</sup>
28	301.05	120.42	38.80	4.106 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.26 x10 <sup>5</sup>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. = 3/8 pulg,**

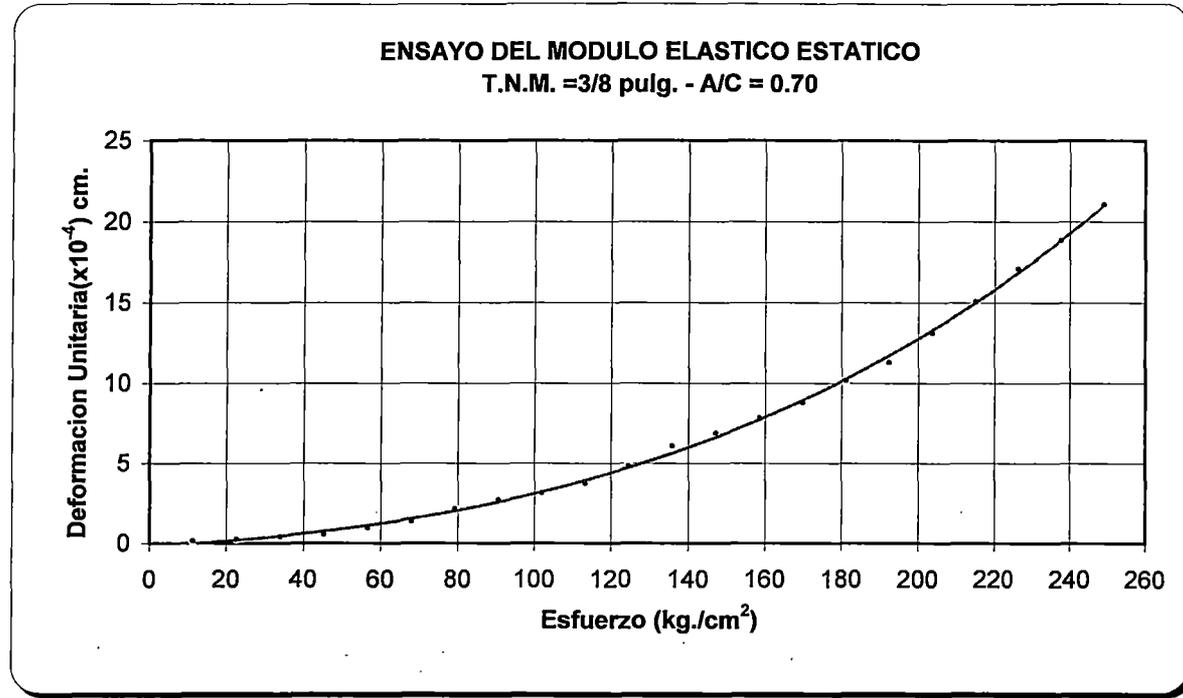
Relación a/c:	0.70	Carga Máxima:	49,400 kg.
Diámetro:	15.00 cm.	Rótura (fc):	279.55 kg./cm <sup>2</sup>
Area:	176.71 cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días

**CUADRO E-3.19**

CARGA	ESFUERZO	LECTURAS		PROMEDIO LECTURAS	LECTURA CORREGIDA	DEFORMACION UNITARIA
		IZQUIERDA	DERECHA			
kg.	kg./cm <sup>2</sup>	cm.	cm.	cm.	cm.	x10 <sup>-4</sup> cm.
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,000	11.32	0.10	0.20	0.15	0.15	0.15
4,000	22.64	0.20	0.30	0.25	0.25	0.25
6,000	33.95	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
8,000	45.27	0.60	0.50	0.55	0.55	0.55
10,000	56.59	1.00	0.90	0.95	0.95	0.95
12,000	67.91	1.40	1.30	1.35	1.35	1.35
14,000	79.22	2.20	2.10	2.15	2.15	2.15
16,000	90.54	2.90	2.50	2.70	2.70	2.70
18,000	101.86	3.30	3.00	3.15	3.15	3.15
20,000	113.18	3.80	3.70	3.75	3.75	3.75
22,000	124.49	4.90	4.80	4.85	4.85	4.85
24,000	135.81	6.50	5.70	6.10	6.10	6.10
26,000	147.13	7.40	6.40	6.90	6.90	6.90
28,000	158.45	8.40	7.30	7.85	7.85	7.85
30,000	169.77	9.50	8.10	8.80	8.80	8.80
32,000	181.08	10.80	9.50	10.15	10.15	10.15
34,000	192.40	12.30	10.30	11.30	11.30	11.30
36,000	203.72	14.00	12.20	13.10	13.10	13.10
38,000	215.04	16.50	13.60	15.05	15.05	15.05
40,000	226.35	18.40	15.80	17.10	17.10	17.10
42,000	237.67	20.10	17.60	18.85	18.85	18.85
44,000	248.99	22.40	19.70	21.05	21.05	21.05
44,000	248.99	24.60	21.50	23.05	23.05	23.05
44,000	248.99	26.10	23.80	24.95	24.95	24.95

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FIGURA E-3.19



Edad del Concreto	Esfuerzo			Deformacion Unitaria		Modulo Elastico Estatico
	f <sub>c</sub>	E <sub>2</sub> =0.40x f <sub>c</sub>	E <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> )
días	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>			kg./cm <sup>2</sup>
28	279.55	111.82	41.50	3.678 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.21 x10 <sup>5</sup>

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

**ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO  
PARA T.N.M. 1 pulg.**

**CUADRO E-3.20**

Edad del Concreto	Esfuerzo			Deformación Unitaria		Módulo Elástico Estático
	f <sub>c</sub>	E <sub>2</sub> =0.40xf <sub>c</sub>	E <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	M.E.E=(E <sub>2</sub> -E <sub>1</sub> )/(d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub> )
días	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>			kg./cm <sup>2</sup>
0.55	337.83	135.13	48.10	4.16 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.38 x10 <sup>5</sup>
0.60	318.30	127.32	35.84	4.54 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.27 x10 <sup>5</sup>
0.65	301.05	120.42	38.80	4.11 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.26 x10 <sup>5</sup>
0.70	279.55	111.82	41.50	3.68 x10 <sup>-4</sup>	0.5 x10 <sup>-4</sup>	2.21 x10 <sup>5</sup>

f<sub>c</sub> = Resistencia a la compresión a los 28 días.

E<sub>2</sub> = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga máxima (f<sub>c</sub>).

E<sub>1</sub> = Esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.5X10<sup>-4</sup>.

d<sub>2</sub> = Deformación unitaria correspondiente al esfuerzo E<sub>2</sub>.

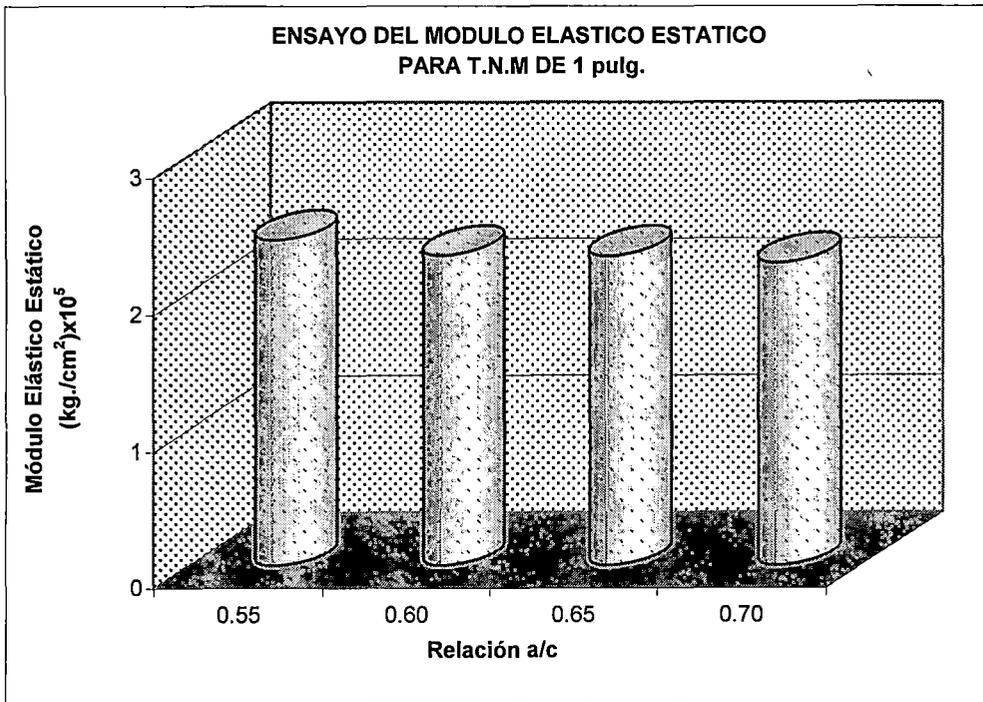
d<sub>1</sub> = Deformación unitaria de 0.5X10<sup>-4</sup>.

M.E.E. = Módulo Elástico Estático.

Edad del Concreto = 28 días

Asentamiento = 3 pulg. a 4 pulg.

**FIGURA E-3.20**



Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

# **ANEXO F.**

## **ANÁLISIS ECONOMICO.**

## COSTO DE MATERIALES

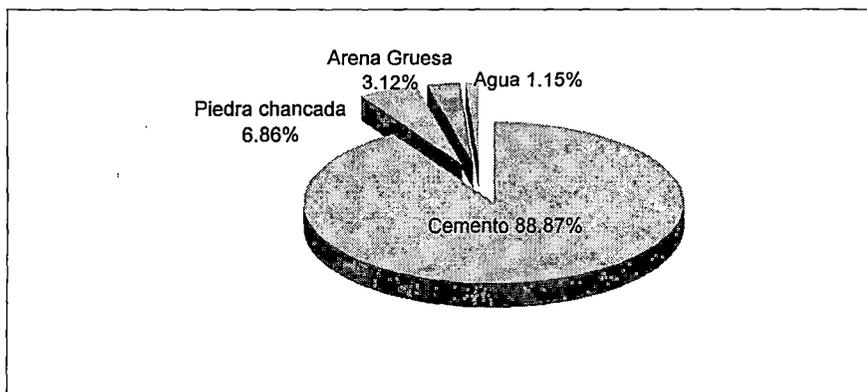
MATERIALES	UND.	P.U. (Soles)	P.U. (Dolares)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	18.00	5.14
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	16.00	4.57
Agua	m <sup>3</sup>	10.00	2.86
Piedra Chancada con T.N.M. de 1 pulg.	m <sup>3</sup>	27.00	7.71
Piedra Chancada con T.N.M. de 3/4 pulg.	m <sup>3</sup>	27.00	7.71
Piedra Chancada con T.N.M. de 1/2 pulg.	m <sup>3</sup>	30.00	8.57
Piedra Chancada con T.N.M. de 3/8 pulg.	m <sup>3</sup>	30.00	8.57

NOTA: Precios vigentes al 30/08/2001, incluyendo I.G.V.  
1.00 \$ Americano <> 3.50 Nuevos Soles.

## COSTO DEL CONCRETO POR 1 m<sup>3</sup>

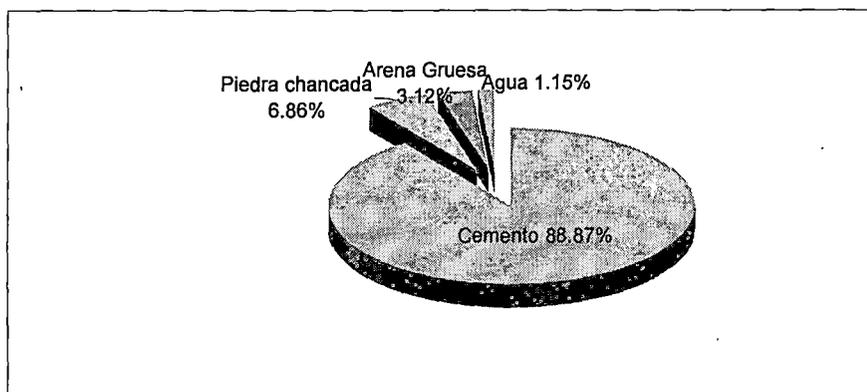
PARA T.N.M. DE 1 pulg. (a/c=0.55)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	9.198	18.000	165.561	91.14%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.326	27.000	8.793	4.84%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.322	16.000	5.160	2.84%
Agua	m <sup>3</sup>	0.215	10.000	2.150	1.18%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				181.665	100.00%



PARA T.N.M. DE 1 pulg. (a/c=0.60)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	8.235	18.000	148.235	90.01%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.335	27.000	9.041	5.49%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.332	16.000	5.305	3.22%
Agua	m <sup>3</sup>	0.210	10.000	2.100	1.28%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				164.681	100.00%

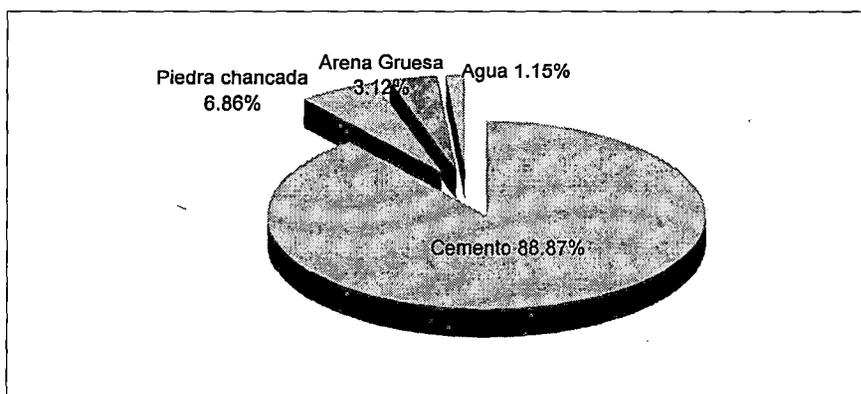


Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## COSTO DEL CONCRETO POR 1 m<sup>3</sup>

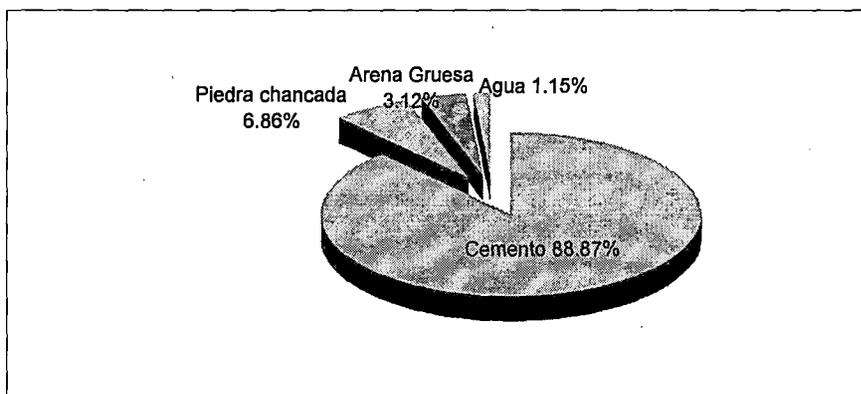
PARA T.N.M. DE 1 pulg. (a/c=0.65)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	7.529	18.000	135.529	89.04%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.341	27.000	9.200	6.04%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.337	16.000	5.398	3.55%
Agua	m <sup>3</sup>	0.208	10.000	2.080	1.37%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				<b>152.208</b>	<b>100.00%</b>



PARA T.N.M. DE 1 pulg. (a/c=0.70)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	6.891	18.000	124.034	88.01%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.347	27.000	9.360	6.64%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.343	16.000	5.492	3.90%
Agua	m <sup>3</sup>	0.205	10.000	2.050	1.45%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				<b>140.936</b>	<b>100.00%</b>

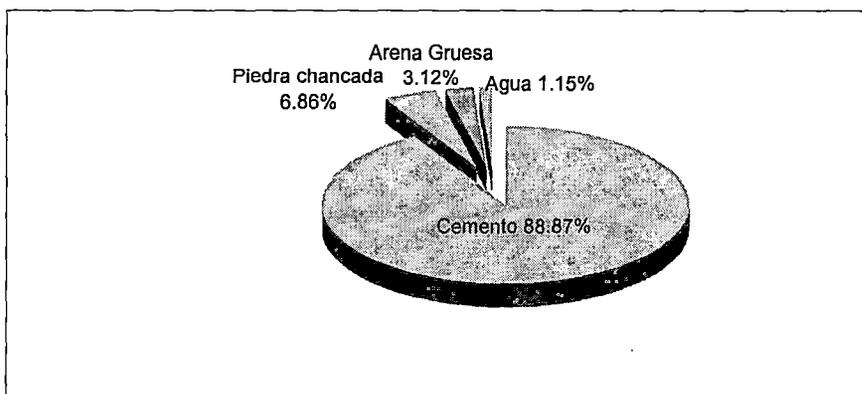


Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## COSTO DEL CONCRETO POR 1 m<sup>3</sup>

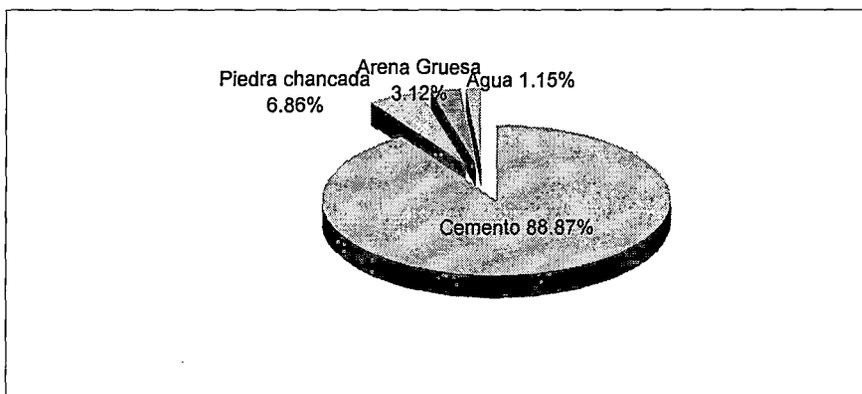
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg. (a/c=0.55)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	9.668	18.000	174.032	91.67%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.322	27.000	8.705	4.59%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.303	16.000	4.852	2.56%
Agua	m <sup>3</sup>	0.226	10.000	2.260	1.19%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				189.849	100.00%



PARA T.N.M. DE 3/4 pulg. (a/c=0.60)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	8.745	18.000	157.412	90.71%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.331	27.000	8.924	5.14%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.311	16.000	4.974	2.87%
Agua	m <sup>3</sup>	0.223	10.000	2.230	1.29%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				173.539	100.00%

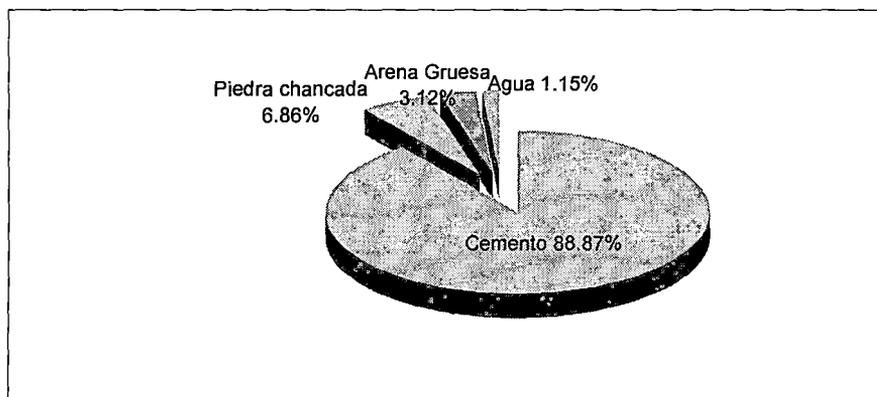


Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## COSTO DEL CONCRETO POR 1 m<sup>3</sup>

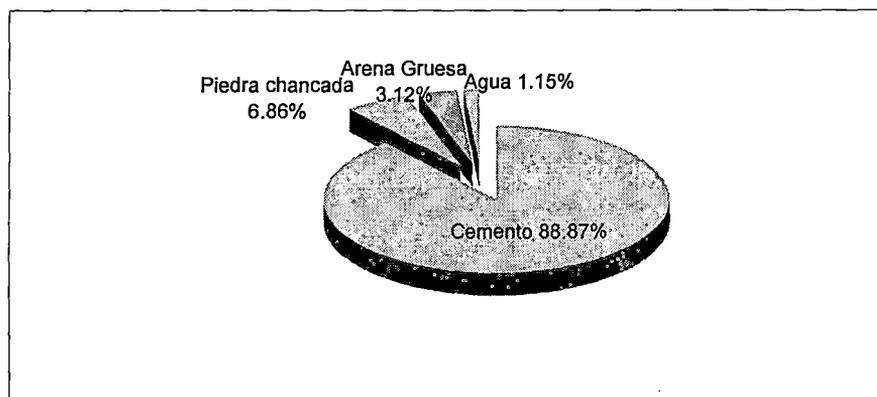
PARA T.N.M. DE 3/4 pulg. (a/c=0.65)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	8.036	18.000	144.652	89.84%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.336	27.000	9.073	5.64%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.316	16.000	5.057	3.14%
Agua	m <sup>3</sup>	0.222	10.000	2.220	1.38%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				161.002	100.00%



PARA T.N.M. DE 3/4 pulg. (a/c=0.70)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	7.328	18.000	131.899	88.82%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.343	27.000	9.265	6.24%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.323	16.000	5.164	3.48%
Agua	m <sup>3</sup>	0.218	10.000	2.180	1.47%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				148.508	100.00%

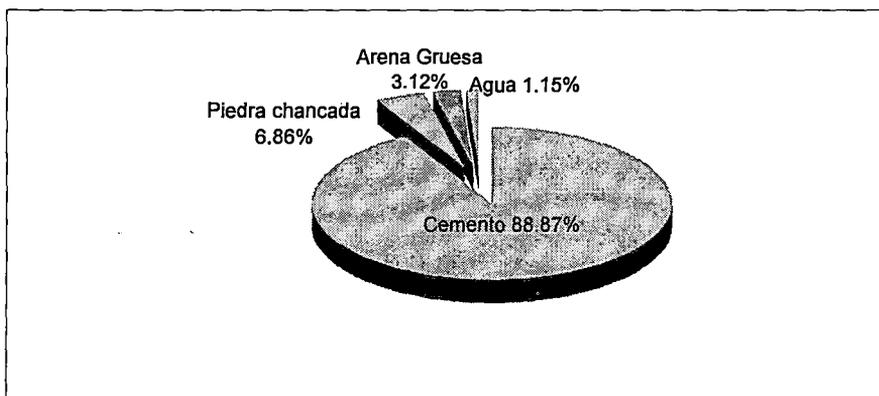


Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## COSTO DEL CONCRETO POR 1 m<sup>3</sup>

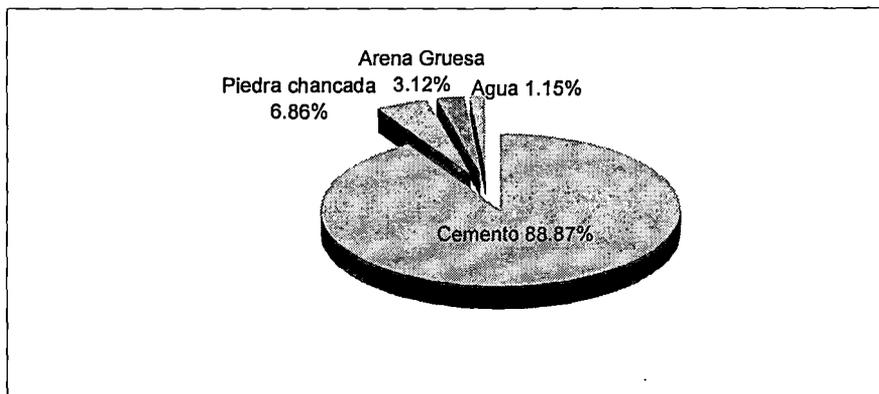
PARA T.N.M. DE 1/2 pulg. (a/c=0.55)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	10.225	18.000	184.043	91.85%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.310	30.000	9.292	4.64%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.290	16.000	4.643	2.32%
Agua	m <sup>3</sup>	0.239	10.000	2.390	1.19%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				<b>200.368</b>	<b>100.00%</b>



PARA T.N.M. DE 1/2 pulg. (a/c=0.60)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	9.216	18.000	165.882	91.33%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.319	27.000	8.612	4.74%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.299	16.000	4.782	2.63%
Agua	m <sup>3</sup>	0.235	10.000	2.350	1.29%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				<b>181.626</b>	<b>100.00%</b>

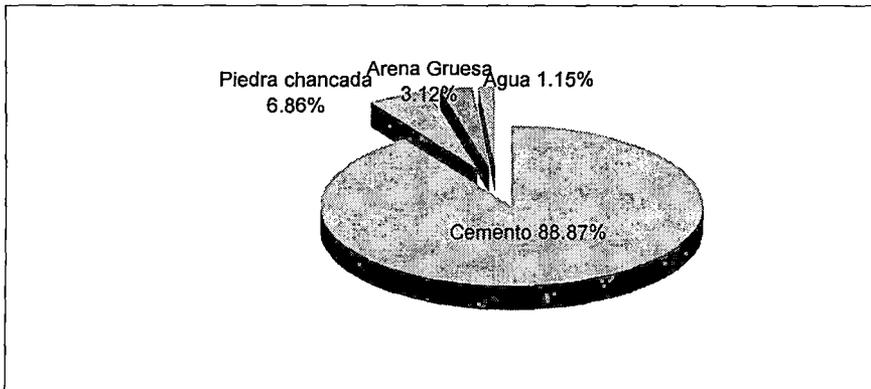


Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## COSTO DEL CONCRETO POR 1 m<sup>3</sup>

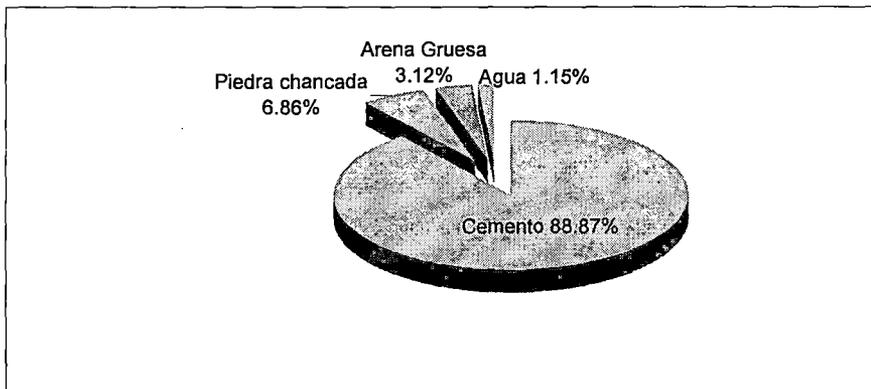
PARA T.N.M. DE 1/2 pulg. (a/c=0.65)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	8.434	18.000	151.819	90.47%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.326	27.000	8.790	5.24%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.305	16.000	4.881	2.91%
Agua	m <sup>3</sup>	0.233	10.000	2.330	1.39%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				167.819	100.00%



PARA T.N.M. DE 1/2 pulg. (a/c=0.70)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	7.731	18.000	139.160	89.55%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.332	27.000	8.967	5.77%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.311	16.000	4.979	3.20%
Agua	m <sup>3</sup>	0.230	10.000	2.300	1.48%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				155.405	100.00%

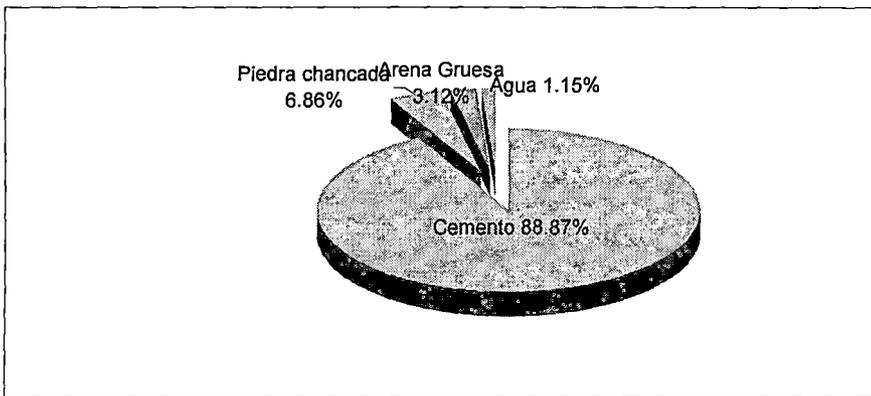


Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## COSTO DEL CONCRETO POR 1 m<sup>3</sup>

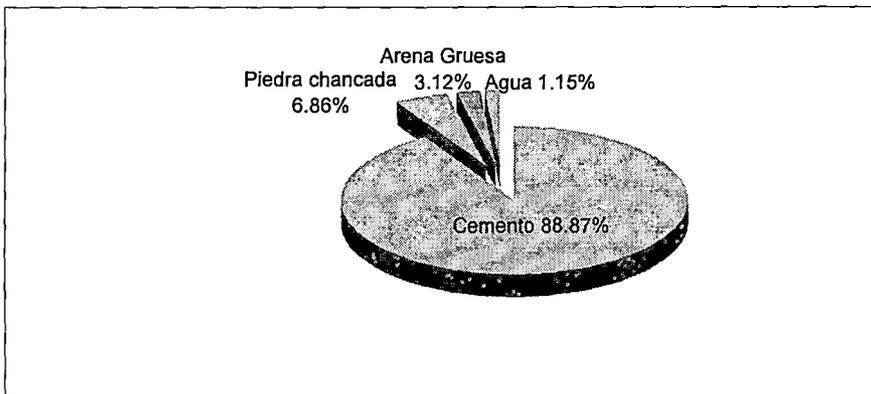
PARA T.N.M. DE 3/8 pulg. (a/c=0.55)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	10.695	18.000	192.513	92.30%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.310	30.000	9.286	4.45%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.268	16.000	4.283	2.05%
Agua	m <sup>3</sup>	0.250	10.000	2.500	1.20%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				<b>208.583</b>	<b>100.00%</b>



PARA T.N.M. DE 3/8 pulg. (a/c=0.60)

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	9.686	18.000	174.353	91.38%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.319	30.000	9.558	5.01%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.276	16.000	4.409	2.31%
Agua	m <sup>3</sup>	0.247	10.000	2.470	1.29%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				<b>190.790</b>	<b>100.00%</b>

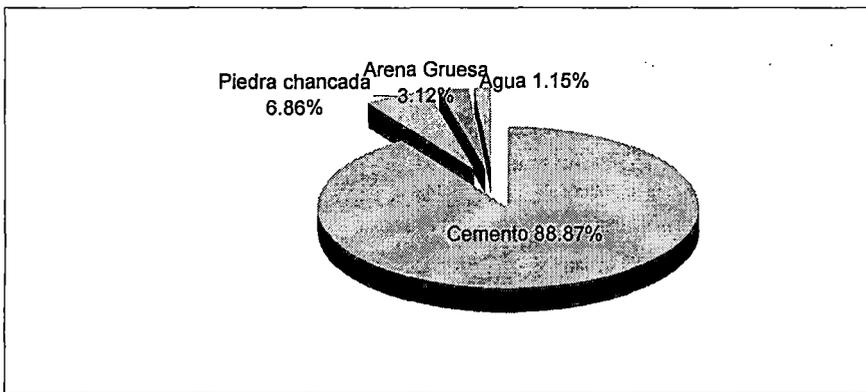


Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## COSTO DEL CONCRETO POR 1 m<sup>3</sup>

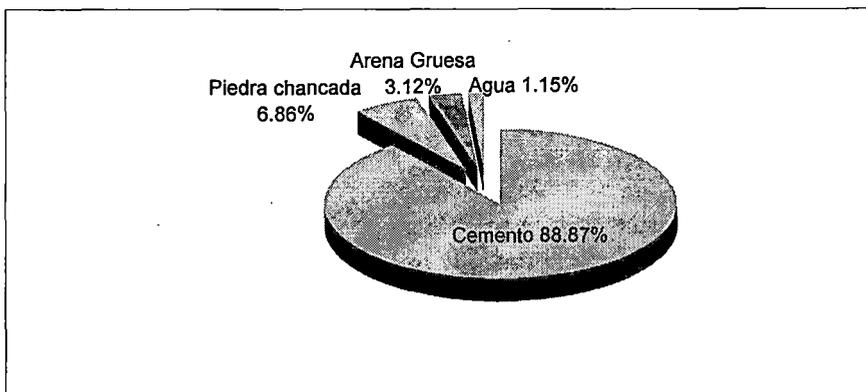
**PARA T.N.M. DE 3/8 pulg. (a/c=0.65)**

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	8.796	18.000	158.335	90.42%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.327	30.000	9.819	5.61%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.283	16.000	4.529	2.59%
Agua	m <sup>3</sup>	0.243	10.000	2.430	1.39%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				175.114	100.00%



**PARA T.N.M. DE 3/8 pulg. (a/c=0.70)**

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD xm <sup>3</sup>	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	INCIDENCIA (%)
Cemento Tipo I - Sol	bls.	8.000	18.000	144.000	89.38%
Piedra Chancada	m <sup>3</sup>	0.336	30.000	10.076	6.25%
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.291	16.000	4.648	2.89%
Agua	m <sup>3</sup>	0.238	10.000	2.380	1.48%
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES x m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				161.104	100.00%

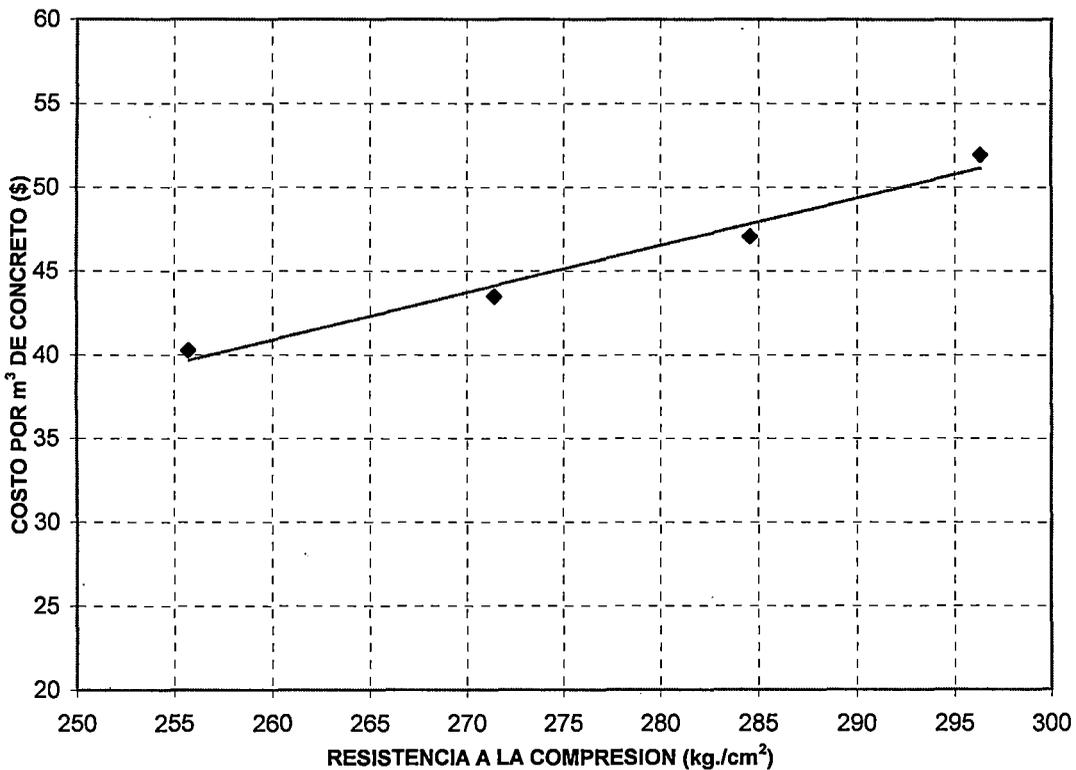


Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION Y COSTO DE MATERIALES POR 1 m<sup>3</sup> DE CONCRETO

TNM	RELACION	RESISTENCIA A LA COMPRESION	P.U.	P.U.
	a/c	kg./cm <sup>2</sup>	(Soles)	(Dolares)
1 pulg.	0.70	255.72	140.94	40.27
	0.65	271.44	152.21	43.49
	0.60	284.58	164.68	47.05
	0.55	296.34	181.66	51.90

**VARIACION DEL COSTO (\$) COMPARADO CON LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESION kg./cm<sup>2</sup>**

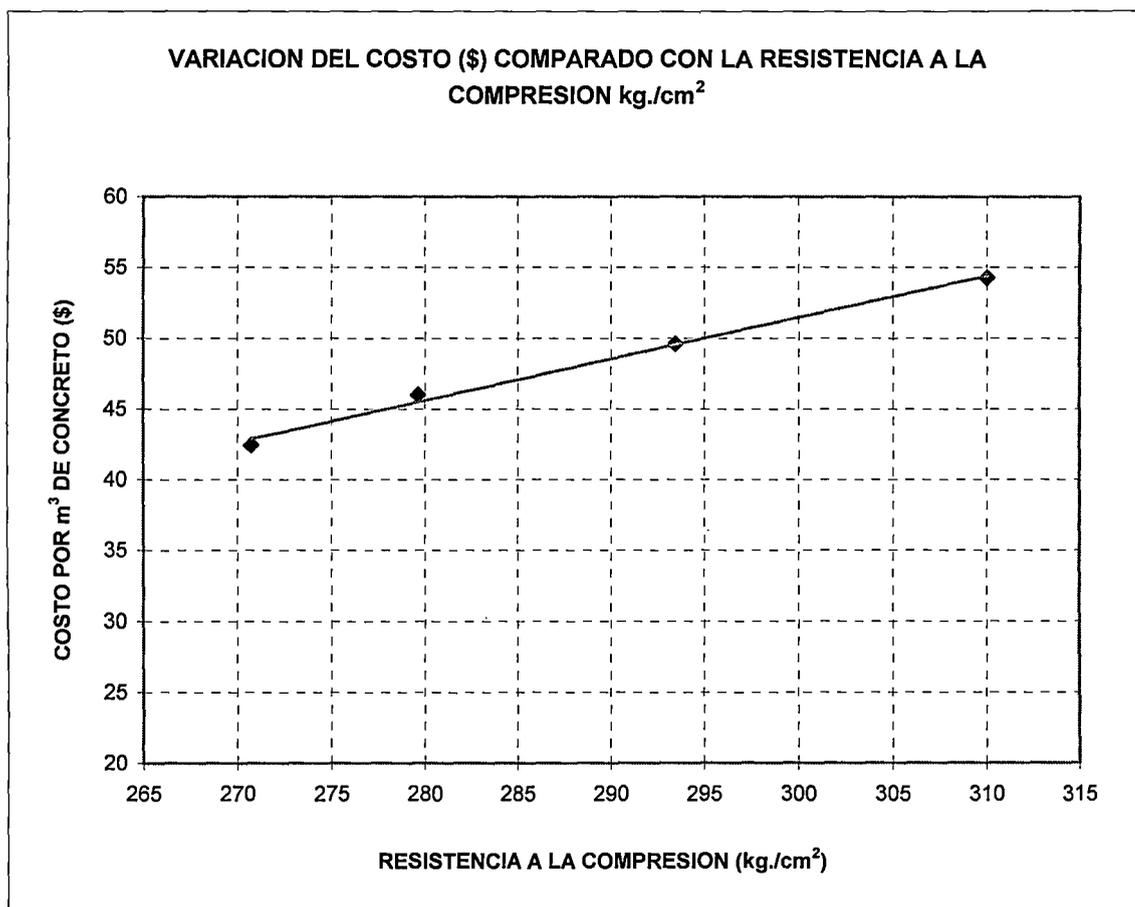


\* Por cada incremento de 10 kg./cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresion el costo del m<sup>3</sup> de materiales del concreto se incrementa en 5.00 \$ (Dolares Americanos)

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION Y COSTO DE MATERIALES POR 1 m<sup>3</sup> DE CONCRETO

TNM	RELACION	RESISTENCIA A LA COMPRESION	P.U.	P.U.
	a/c	kg./cm <sup>2</sup>	(Soles)	(Dolares)
<b>3/4 pulg.</b>	0.70	270.74	148.51	42.43
	0.65	279.63	161.00	46.00
	0.60	293.48	173.54	49.58
	0.55	310.06	189.85	54.24

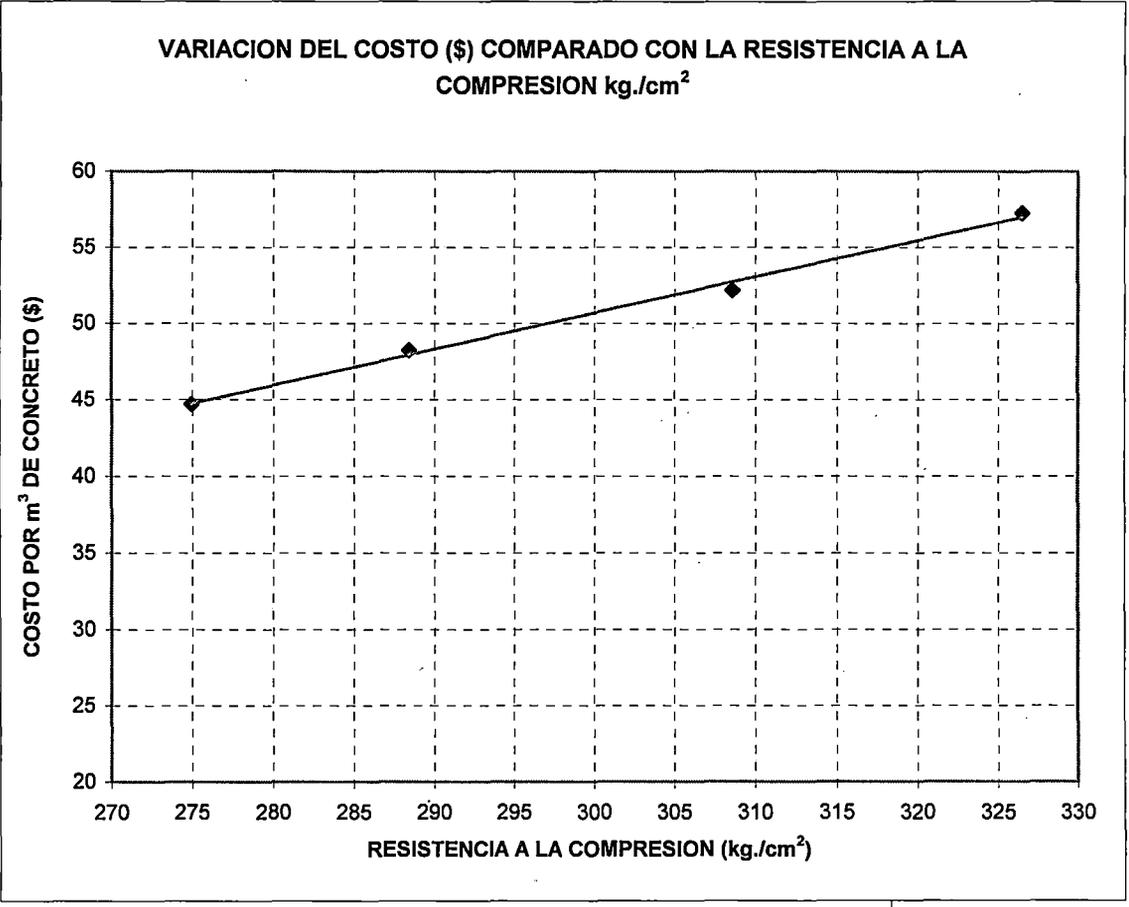


\* Por cada incremento de 10 kg./cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresion el costo del m<sup>3</sup> de materiales del concreto se incrementa en 6.00 \$ (Dolares Americanos)

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION Y COSTO DE MATERIALES POR 1 m<sup>3</sup> DE CONCRETO

TNM	RELACION	RESISTENCIA A LA COMPRESION	P.U.	P.U.
	a/c	kg./cm <sup>2</sup>	(Soles)	(Dolares)
1/2 pulg.	0.70	274.93	156.40	44.69
	0.65	288.42	168.80	48.23
	0.60	308.57	182.58	52.17
	0.55	326.52	200.37	57.25



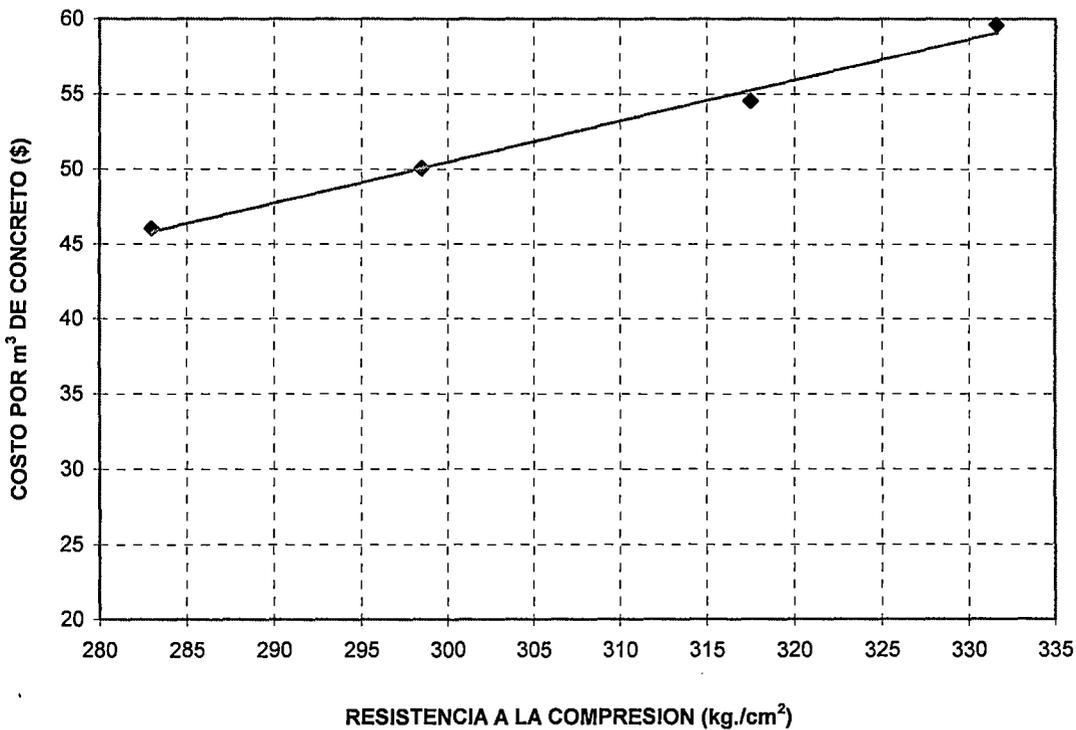
\* Por cada incremento de 10 kg./cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresion el costo del m<sup>3</sup> de materiales del concreto se incrementa en 6.00 \$ (Dolares Americanos)

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION Y COSTO DE MATERIALES POR 1 m<sup>3</sup> DE CONCRETO

TNM	RELACION	RESISTENCIA A LA COMPRESION	P.U.	P.U.
	a/c	kg./cm <sup>2</sup>	(Soles)	(Dolares)
3/8 pulg.	0.70	282.99	161.10	46.03
	0.65	298.51	175.11	50.03
	0.60	317.51	190.79	54.51
	0.55	331.59	208.58	59.60

**VARIACION DEL COSTO (\$) COMPARADO CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESION kg./cm<sup>2</sup>**



\* Por cada incremento de 10 kg./cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresion el costo del m<sup>3</sup> de materiales del concreto se incrementa en 7.50 \$ (Dolares Americanos)

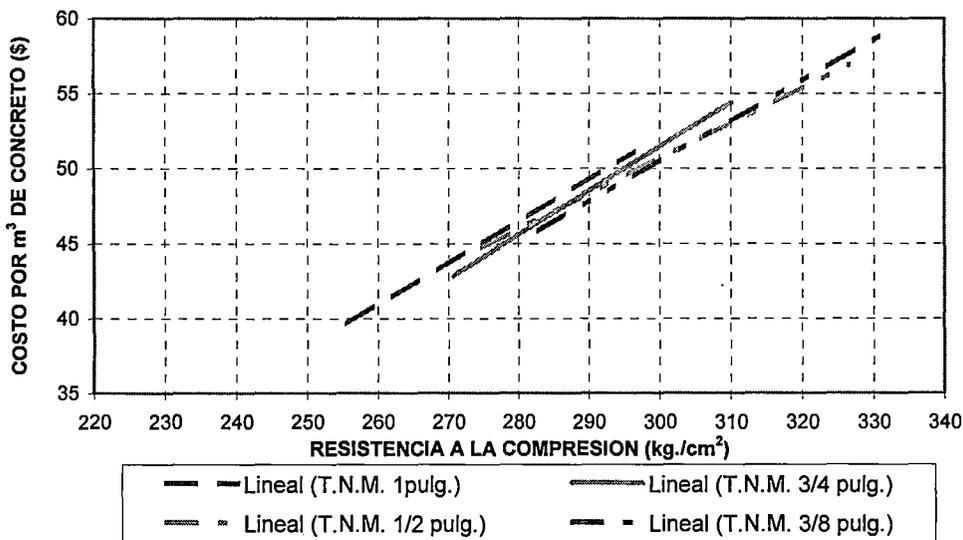
Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

## RESISTENCIA A LA COMPRESION Y COSTO DE MATERIALES POR 1m<sup>3</sup> DE CONCRETO

TNM	RELACION	RESISTENCIA A LA COMPRESION	P.U.	P.U.
	a/c	kg./cm <sup>2</sup>	(Soles)	(Dolares)
1 pulg.	0.70	255.72	140.94	40.267
	0.65	271.44	152.21	43.488
	0.60	284.58	164.68	47.052
	0.55	296.34	181.66	51.904
3/4 pulg.	0.70	270.74	148.51	42.431
	0.65	279.63	161.00	46.001
	0.60	293.48	173.54	49.583
	0.55	310.06	189.85	54.243
1/2 pulg.	0.70	274.93	156.40	44.686
	0.65	288.42	168.80	48.227
	0.60	308.57	182.58	52.167
	0.55	326.52	200.37	57.248
3/8 pulg.	0.70	282.99	161.10	46.030
	0.65	298.51	175.11	50.032
	0.60	317.51	190.79	54.511
	0.55	331.59	208.58	59.595

NOTA: La Resistencia considerada es a la edad de 28 dias del Concreto.

**VARIACION DEL COSTO (\$) COMPARADO CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESION kg./cm<sup>2</sup>**



**OBSERVACIÓN:**

- 1.- Para Resistencia a la Compresión menores a 270 kg./cm<sup>2</sup> es recomendable el uso del T.N.M. del agregado grueso de 1 pulg.
- 2.- Para Resistencia a la Compresión mayores a 270 kg./cm<sup>2</sup> es recomendable el uso del T.N.M. del agregado grueso de 3/4 y 1/2 pulg.
- 3.- El uso del T.N.M. del agregado grueso de 3/8 pulg., es perjudicial económicamente para relaciones de mediana a baja resistencia a la compresion.

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.

FOTOGRAFIAS.



FIGURA 1: MEDICION DEL SLUMP EN EL ENSAYO DEL ASENTAMIENTO

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.



FIGURA 2: MEDICION DEL DIAMETRO EN EL ENSAYO DEL FLUIDEZ

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.



FIGURA 3: COMPACTACION DEL CONCRETO PARA EL ENSAYO DEL PESO UNITARIO

Tesis: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.



FIGURA 4: MEDICION DEL VOLUMEN DE AGUA EN EL ENSAYO DE EXUDACION

## BIBLIOGRAFÍA.

## BIBLIOGRAFÍA

1. TITULO: NORMAS ITINTEC  
AUTOR: ITINTEC  
EDICIÓN: ITINTEC – 1979  
BIBLIOTECA: Laboratorio de Ensayos de Materiales-FIC-UNI  
CONTENIDO: Normas de Ensayos para Materiales.
  
2. TITULO: NORMAS ASTM  
AUTOR: ASTM  
BIBLIOTECA: Laboratorio de Ensayos de Materiales-FIC-UNI  
CONTENIDO: Normas de Ensayos para Materiales.
  
3. TITULO: TECNOLOGÍA DEL CONCRETO  
AUTOR: A.M. Neville y J.J. Brocks .  
EDICIÓN: Primera edición en español 1998  
BIBLIOTECA: Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil-UNI  
CONTENIDO: El Cemento, Los Agregados Comunes, Concreto Fresco y Resistencia del Concreto.
  
4. TITULO: ELABORACIÓN DEL CONCRETO Y SUS PROPIEDADES  
AUTOR: L.J. Murdock, M.Sc. Ph.D.MICE  
BIBLIOTECA: Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI  
CONTENIDO: Criterios para la elaboración del concreto.
  
5. TITULO: TOPICOS DEL CONCRETO EN EL PERU.  
AUTOR: Ing. Pasquel Carbajal Enrique  
BIBLIOTECA: Personal.  
CONTENIDO: Diseño de Mezclas, Principales Propiedades del Concreto.
  
6. TITULO: CEMENTO (BOLETINES TÉCNICOS)  
AUTOR: Asociación de Productores de Cemento-ASOCEM  
EDICIÓN: Primera – Lima – Perú 1993  
BIBLIOTECA: Personal  
CONTENIDO: Probetas del Concreto, Curado del Concreto, Mezclas del Concreto, Granulometría de los Agregados.

7. TITULO: SUPERVISIÓN DE OBRAS DE CONCRETO.  
 AUTOR: ACI-LIMA-PERU  
 BIBLIOTECA: ACI-FIC-UNI.  
 CONTENIDO: Fundamentos del Concreto, Dosificación y Control de Calidad del Concreto.
8. TITULO: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.  
 AUTOR: Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción..  
 BIBLIOTECA: Personal  
 CONTENIDO: Estructuras: Concreto Armado: Definiciones y Materiales: Cemento, Agregados, Agua.
9. TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, FLEXION Y TENSION DEL CONCRETO ENDURECIDO.  
 AUTOR: Ing. Efraín Laura De La Cruz.  
 BIBLIOTECA: Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI  
 CONTENIDO: Analisis de LA Resistencia a la Compresión.
10. TESIS: ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA VARIANDO EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE TIPO ANGULAR, CON CPTI.  
 AUTOR: Ing. José Alarcón Soldevilla.  
 BIBLIOTECA: Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI  
 CONTENIDO: Resultados y Gráficos de los Ensayos del Concreto en Estado Fresco y Endurecido.
11. TESIS: DISEÑO DE MEZCLA-METODO DEL AGREGADO GLOBAL Y MODULO DE FINURA PARA CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA.  
 AUTOR: Ing. Pedro Badillo Macazama..  
 BIBLIOTECA: Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI  
 CONTENIDO: Criterios para Diseño de Mezclas por el Método del Agregado Global y Modulo de Finura.
12. TESIS: CORRELACION ENTRE A/C Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO CEMENTO TIPO V, PARA A/C DE 0.40 A 0.55.  
 AUTOR: Ing. Guido Huayllas Cosme.  
 BIBLIOTECA: Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI  
 CONTENIDO: Análisis de Regresión y Correlación de los Resultados obtenidos.