

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**“EFECTOS DEL PERFIL DEL AGREGADO GRUESO SOBRE LAS
PROPIEDADES DEL CONCRETO DE BAJA RESISTENCIA,
EMPLEANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I”**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

RODOLFO GAMARRA VILLACORTA

LIMA – PERU

2008

A mi madre, Hortensia Villacorta Vega de Gamarra,
desde el cielo.

Por su profundo amor y por las sabias enseñanzas,
cuya sabiduría no encontré en la universidad.

A mi padre Juan Gamarra Valencia, a mi hermano Fernando por ser el escultor de mis ideales, a mi hermano Raúl por su apoyo incondicional, y a todos los que me ayudaron en la realización del presente trabajo.

Al Ing. Ricardo del Carpio León, mi amigo y a quien le debo mucho como profesional, mi recuerdo y motivación permanentes; en el cielo.

Al Ing. Carlos Barzola Gastelú, asesor, consejero y amigo, en nombre de los ideales que nos unen, mi eterno agradecimiento.

Contra el nuevo oscurantismo del siglo XXI,
contra la mediocridad de todo tipo,
porque la luz debe triunfar sobre la oscuridad.

INDICE

SUMARIO	6
INTRODUCCION	7
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	
1.1 Naturaleza del concreto	10
1.1.1 Definición del concreto	10
1.1.2 Composición del concreto	10
1.1.3 Propiedades del concreto	11
1.1.4 Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto. Mecanismos de acción	12
1.2 Influencia de los agentes externos del agregado grueso sobre el concreto. Presencia de materiales inconvenientes	13
CAPITULO II: CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES	
2.1 Cemento: cemento Portland tipo I	17
2.1.1 Características de los cementos y del cemento Portland usado ...	17
2.1.2 Cemento Portland tipo I: propiedades principales	23
a) Principales propiedades físicas	23
b) Principales propiedades químicas	28
2.2 Agregados	
Perfil de un agregado	30
2.2.1 Agregado fino	32
Propiedades físicas	32
2.2.1.1 Granulometría	32
2.2.1.2 Peso específico	33
2.2.1.3 Contenido de humedad	33
2.2.1.4 Porcentaje de absorción	33
2.2.1.5 Peso unitario suelto y compactado	34
2.2.1.6 Superficie específica	34
2.2.1.7 Módulo de finura	35

2.2.2 Agregado grueso	35
Propiedades físicas	35
2.2.2.1 Granulometría	35
2.2.2.2 Peso específico	36
2.2.2.3 Contenido de humedad	36
2.2.2.4 Porcentaje de absorción	36
2.2.2.5 Peso unitario suelto y compactado	36
2.2.2.6 Superficie específica	36
2.2.2.7 Módulo de finura	37
2.2.2.8 Tamaño máximo	37
2.2.2.9 Tamaño máximo nominal	37
2.3 Canteras	37
2.4 Agregado global	38
2.4.1 Generalidades	38
2.4.2 Peso unitario compactado	38
CAPITULO III: DISEÑO DE MEZCLA	
3.1 Introducción	45
Determinación de la óptima relación porcentual del agregado fino y grueso	46
3.1.1. Caso del agregado grueso con perfil angular (piedra chancada)	46
3.1.1.1 Relación agua – cemento de 0.60	47
3.1.1.2 Relación agua –cemento de 0.65 y de 0.70	52
3.1.2. Caso del agregado grueso con perfil redondeado (canto rodado) .	52
3.1.2.1 Relación agua – cemento de 0.60	53
3.1.2.2 Relación agua – cemento de 0.65 y de 0.70	57
CAPITULO IV: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN EL ESTADO FRESCO PARA CADA UNO DE LOS CONCRETOS PREPARADOS CON DIFERENTE TIPO DE PERFIL DE AGREGADO	
4.1 Introducción	75
4.2 Ensayo de consistencia (asentamiento)	75
4.3 Ensayo de fluidez	76

4.4 Ensayo de exudación	76
4.5 Ensayo de peso unitario	77
4.6 Ensayo de contenido de aire	77
4.7 Ensayo de tiempo de fraguado	77

CAPITULO V: PROPIEDADES DEL CONCRETO EN EL ESTADO ENDURECIDO
PARA CADA UNO DE LOS CONCRETOS PREPARADOS CON DIFERENTE
TIPO DE PERFIL DE AGREGADO

5.1 Introducción	80
5.2 Ensayo de resistencia a la compresión	80
5.3 Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral	81
5.4 Ensayo de resistencia a la flexión	81
5.5 Ensayo del módulo de elasticidad estático del concreto	82

CAPITULO VI: COSTO DE LOS CONCRETOS PREPARADOS CON DIFERENTE
TIPO DE PERFIL DE AGREGADO

6.1 Introducción	85
6.2 Costo unitario de los materiales componentes del concreto	86
6.3 Costo de una unidad cúbica de concreto	86

CAPITULO VII: CUADRO DE RESULTADOS Y GRAFICOS

7.1 Generalidades	89
7.2 Resultados de los ensayos en concreto fresco	89
7.3 Resultados de los ensayos en concreto endurecido	89
7.4 Cuadros de resultados (cuadros de resumen)	90
7.5 Cuadros y gráficos comparativos del concreto fresco	98
7.6 Cuadros y gráficos comparativos del concreto endurecido	108
7.7 Cuadros comparativos de costo según ensayo	109

CAPITULO VIII: ANALISIS DE RESULTADOS

8.1 Introducción	129
8.2 Análisis de resultados de los agregados	130

8.3 Análisis de resultados del concreto en los estados fresco y endurecido	132
8.3.1. En el concreto fresco	132
8.3.1.1 Consistencia	132
8.3.1.2 Fluidez	132
8.3.1.3 Exudación	133
8.3.1.4 Peso unitario	134
8.3.1.5 Contenido del aire	134
8.3.1.6 Tiempo de fraguado	135
8.3.2. En el concreto endurecido	136
8.3.2.1 Resistencia a la compresión	136
8.3.2.2 Resistencia a la tracción por compresión diametral	137
8.3.2.3 Resistencia a la flexión	138
8.3.2.4 Módulo de elasticidad estático	139
8.4 Análisis de costos	141
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
INTRODUCCION	144
CONCLUSIONES	145
RECOMENDACIONES	150
BIBLIOGRAFIA	151
ANEXOS	157
1. Cuadros y gráficos detallados de ensayos de los agregados; además de diseño de mezclas	158
2. Cuadros y gráficos detallados de ensayos del concreto en sus estados fresco y endurecido	191
3. Cuadros detallados del costo del concreto por metro cúbico	241
4. Procedimiento de ensayos de los agregados y del concreto	244
5. Fotografías	272

SUMARIO

El objetivo de la presente tesis "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia , empleando cemento Portland tipo I", es investigar los efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto, tanto en el estado fresco como en el endurecido; utilizando dos tipos de perfil de agregado grueso (angular y redondeado). Se pretende así, revalorar el uso del agregado grueso de perfil redondeado, dilucidando a través de los resultados del presente estudio una comparación entre los valores hallados de los distintos ensayos para los dos tipos de concreto. Estos efectos se estudiaron mediante ensayos empíricos en laboratorio; para este fin se fabricaron muestras de concreto utilizando los dos tipos de agregado grueso.

Para tal objetivo se diseñaron muestras de concreto de baja resistencia, según el tipo de agregado grueso, con relaciones agua/cemento: 0.60, 0.65 y 0.70, realizándose tres diseños de mezcla por tipo de perfil de agregado, siendo un total de seis diseños de mezcla, previamente antes de iniciar las comparaciones tanto en el concreto fresco como en el endurecido.

Según los resultados obtenidos de la presente tesis, en el concreto fresco, el concreto con agregado de perfil redondeado describe un carácter aleatorio respecto al concreto con agregado de perfil angular, y en concreto endurecido arroja valores bastantes aproximados (resistencia a la compresión) y mayores valores (módulo elástico estático) respecto a un concreto con piedra chancada.

INTRODUCCIÓN

Se conoce que los agregados, desde que se abandonó la idea de que son componentes inertes (pues en el pasado no se asociaban al agregado, los diversos efectos sobre el concreto, que hoy se le adjudica, por ejemplo los efectos dañinos producto de la reacción química del agregado con los álcalis del cemento ⁽¹⁾) del concreto, tienen una influencia significativa en la naturaleza y comportamiento de éste. Factores como el perfil del agregado grueso, la superficie específica, el peso específico, el tamaño máximo, etc. tienen una influencia activa en las propiedades del concreto tanto en su estado fresco como en el endurecido

En el Perú, aproximadamente hace 40 años, se elaboraba concreto con agregado grueso de perfil redondeado extraído de las riberas de los ríos, también se usaba la piedra partida que se extraía de los cerros; con el tiempo la piedra chancada ó agregado grueso de perfil angular comenzó a utilizarse para la elaboración del concreto, bajo la idea de que era mejor que el agregado de perfil redondeado en cuanto a sus efectos sobre las propiedades del concreto y sobre todo en cuanto a su resistencia a la compresión

Es precisamente este tipo de perfil de agregado – el redondeado- el que es materia de nuestro estudio, enfocando su influencia en cada una de las propiedades del concreto tanto en su estado fresco como en el endurecido, rescatando así, a la luz de los nuevos conceptos, la atención perdida en su uso.

(1) En la antigüedad se usaban como agregado, fragmentos de sílice ó ladrillo roto; actualmente se sabe que pueden ser nocivos a la estructura del concreto (Enrique Rivva López: "Diseño de mezclas"; cap. 1, págs 1 y 2. "Naturaleza y materiales del concreto"; cap 5; págs 228 y 230)

En el capítulo I, se enfoca en forma panorámica la naturaleza y características principales del concreto; luego en el capítulo II se estudian las características de los materiales componentes del concreto: el cemento y los agregados, así como los perfiles angular y redondeado para la piedra. El capítulo III trata de los diseños de mezcla para los dos tipos de perfil de agregado grueso, y para las relaciones a/c: 0.60, 0.65 y 0.70. En el capítulo IV se estudiaron teóricamente las propiedades del concreto fresco para cada tipo de perfil de agregado, mientras que en el capítulo V se hizo lo propio para el concreto endurecido. En el capítulo VI se expone el costo del concreto para cada tipo de perfil de agregado; luego veremos en el capítulo VII los cuadros de resumen, cuadros y gráficos comparativos, así como de costos y variación costo – resistencia. En el capítulo VIII se exponen los análisis de resultados incluyendo de los costos de todas las investigaciones realizadas. Finalmente en el ítem conclusiones y recomendaciones se hacen las conclusiones y recomendaciones a tomar en cuenta, como consecuencia del estudio realizado. Y luego de una bibliografía, se presentan los anexos que son como sigue: anexo 1, donde se aprecian los cuadros y gráficos detallados de ensayos de los agregados fino, grueso y global; además de diseño de mezclas; anexo 2, con los cuadros y gráficos detallados de ensayos del concreto en los estados fresco y endurecido; anexo 3, con los cuadros detallados del costo del concreto por m³ y de relación beneficio – costo; anexo 4 con el procedimiento de ensayo de los agregados y del concreto; y anexo 5 con las fotografías de laboratorio.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1.-Naturaleza del Concreto

1.1.1.-Definición del Concreto

El concreto es un producto artificial compuesto, que consiste de un medio ligante denominado "pasta" (conformado por cemento y agua), dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado "agregado" (piedra y arena).

El concreto es, si no el principal, uno de los principales materiales que se usan en la construcción civil, debido a sus propiedades tanto en su estado fresco como en el endurecido que lo hacen muy manejable pudiéndose adaptar a diversos factores climáticos como temperatura, humedad, etc.

Algunas veces, para poder satisfacer ciertas exigencias particulares ya sea por motivos de obra ó climáticos, al concreto se le adiciona un componente denominado "aditivo", éste se encargará de darle un comportamiento particular requerido para tal caso.

1.1.2. Composición del Concreto.-

El concreto endurecido se compone de:

- a) Pasta
- b) Agregado

La pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua. Es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste.

El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas ó en contacto unas con otras, si no que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida.

1.1.2.1.-Definición de Mortero

Se llama así al producto artificial compuesto de cemento, agua y arena; utilizado en la construcción civil tanto como el concreto, aunque para otros fines particulares. Por tanto las exigencias para este compuesto serán distintas que para el concreto, tanto en su comportamiento de estado fresco como endurecido.

1.1.3. Propiedades del Concreto.-

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto.

En el análisis de las propiedades del concreto es importante recordar que ellas están íntimamente asociadas con las características y proporciones relativas de los materiales integrantes; que la calidad, cantidad y densidad de la pasta es determinante en las propiedades del concreto; y que la relación agua – cemento lo es sobre las características de la pasta.

Propiedades Fundamentales

Las propiedades más importantes del concreto al estado no endurecido incluyen la trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación, y peso unitario.

Las propiedades más importantes del concreto al estado endurecido incluyen las resistencias mecánicas, durabilidad, propiedades elásticas, cambios de volumen, impermeabilidad, resistencia al desgaste, resistencia a la cavitación, propiedades térmicas y acústicas, y apariencia.

1.1.4. Influencia del Agregado grueso sobre las propiedades del concreto. Mecanismos de acción de las propiedades físicas del agregado sobre las propiedades del concreto en los estados fresco y endurecido.-

La influencia del agregado grueso en el comportamiento del concreto, se expresa de diversas formas, a través de sus propiedades físicas que influyen en las propiedades del concreto, tanto para su estado fresco como para el endurecido.

Propiedades físicas como la granulometría, superficie específica, perfil, textura, módulo de finura, peso específico, peso unitario, contenido de humedad, porcentaje de absorción, tamaño máximo, composición mineralógica, así características como limpieza y presencia de materia orgánica ó materias extrañas, etc., al generar cambios físicos en la naturaleza de la mezcla como son variaciones en el requerimiento de agua, en la cantidad de agregado fino ó grueso, en la resistencia por adherencia pasta – agregado, entre otras, influyen en propiedades del concreto como consistencia, fluidez, exudación, peso unitario, tiempo de fraguado, contenido de aire, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, módulo elástico estático, etc.

Estos cambios en el concreto, pueden regularse, controlando las propiedades del agregado tanto fino como grueso, según las exigencias prácticas y las normas a que están sujetos, a fin de lograr

un concreto de buena calidad, tanto en resistencia como en durabilidad.

1.2.-Influencia de los agentes externos del agregado grueso sobre el concreto.Presencia de materiales inconvenientes ó agentes externos indeseables del agregado grueso. Mecanismos de acción.

Los elementos contaminantes de los agregados actúan sobre el cemento reduciendo su resistencia, modificando la durabilidad y dañando la apariencia externa; además pueden alterar el proceso de mezclado. Se pueden presentar cuatro clases de sustancias inconvenientes que pueden afectar las propiedades del concreto:

1. Impurezas orgánicas
2. Revestimientos
3. Sales y
4. Elementos reactivos

Reactividad Potencial

La reactividad potencial de un agregado está relacionada con su reacción con los álcalis presentes; también esta reacción está relacionada con la expansión dañina que se produce en el concreto, como es el caso de los agregados carbonatados que contienen dolomita la cual reacciona con los álcalis del cemento.

El agregado no debe contener materiales que puedan hacerlo descomponerse ó cambiar de volumen cuando está expuesto a la acción del intemperismo. Entre dichos materiales están el carbón, la pirita y las lentes de arcilla.

Las arcillas están sujetas a procesos de dilatación y contracción por absorción y deshidratación, y cuando ellas están presentes como elementos constituyentes de las rocas, como en el caso de las calizas, esta capacidad de absorción incrementa la susceptibilidad de la roca a la desintegración por acción del intemperismo.

Las partículas que, en general, se consideran peligrosas para el agregado grueso son las partículas blandas y desmenuzables, los esquistos, las arcillas esquistas, las pizarras, las areniscas y calizas arcillosas, el horsteno poroso y deteriorado, las partículas recubiertas, las partículas laminadas, el carbón y el lignito, etc.

Todas las partículas mencionadas en el párrafo anterior pueden atacar al concreto en dos formas diferentes: por fallas bajo pequeños cambios de volumen, y por expansión considerable con la subsecuente fuerza destructora.

Igualmente, el agregado es contaminado por la presencia de limo, arcilla, mica, carbón, humus y otras materias orgánicas, todas y cada una de las cuales pueden incrementar los requisitos de agua, facilitar la disolución física, volver al agregado susceptible a la acción del intemperismo, inhibir el desarrollo de adherencia máxima entre el cemento hidratado y el agregado, ó reaccionar químicamente con los ingredientes del cemento.

Otras partículas dañinas son las muy blandas entre las que se encuentran las lentes de arcilla, esquistos, carbón y lignito. En las pequeñas cantidades en las que generalmente se presentan pueden no tener efecto fundamental sobre la durabilidad, pero atentan contra la apariencia por descascaramiento superficial.⁽¹⁾

(1) Enrique Rivva López: "Naturaleza y materiales del concreto"; cap 5; pág. 225

Reacción álcali – agregado

Algunos agregados pueden entrar en reacción química con los álcalis del cemento, dando origen a problemas originados por la reacción y expansión álcali – agregado

Los agregados calcáreos especialmente la calcita y la dolomita, son susceptibles de ser atacados por los ácidos.

Entre las sustancias reactivas más conocidas se encuentran los silicatos minerales, el ópalo, la calcedonia, la tridimita, la cristobalita, la zeolita, la heulandita, la riolita vítrea, la dacita, la andesita, el bióxido de silicio, así como las rocas volcánicas de medio y alto contenido de sílice.

Se acepta que todos los agregados son reactivos, en algún grado, cuando son empleados en concretos, y algunas evidencias de reacción han sido identificadas petrográficamente en muchos concretos que tienen un comportamiento satisfactorio. Por ello, sólo cuando los productos de la reacción son lo suficientemente importantes para causar expansión y agrietamiento del concreto, se considera que la reacción es peligrosa.

Las tres principales reacciones dañinas entre los agregados y los álcalis del cemento que hasta la fecha se han identificado como que pueden dar expansión anormal del concreto a la cual se asocian agrietamiento, ampolladuras ó pérdida de resistencia son:

Reacción álcali – sílice

Reacción cemento – agregado

Reacción álcali – carbonatos.

CAPITULO II

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

1. CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I.-

1.1. Características Generales de los Cementos y del Cemento Portland usado.

1.1.1. Introducción:

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcilla, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia del agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

El procedimiento industrial del cemento Portland consiste en moler rocas calcáreas con rocas arcillosas en cierta composición y someter este polvo a temperaturas sobre los 1300°C produciéndose lo que se denomina el clinker, posteriormente se muele y se le adiciona yeso para obtener como producto definitivo un polvo sumamente fino.

Clinker Portland.-

El clinker es fabricado mediante un proceso que comienza por combinar una fuente de cal, tal como las calizas, una fuente de sílice y alúmina, como las arcillas, y una fuente de óxido de hierro, tal como el mineral de hierro. Una mezcla adecuadamente dosificada de los materiales crudos es finamente molida y luego calentada a una temperatura suficientemente alta, alrededor de los 1500°C., a fin que se produzcan las reacciones entre los componentes del cemento. El producto obtenido del horno es conocido como clinker de cemento portland. Después de enfriado, el clinker es molido con una adición de cerca del 6% de sulfato de calcio (yeso) para formar el cemento Portland.

Materias Primas.-

Cuantitativamente el componente más importante del cemento es la cal, siguiéndola a gran distancia la sílice, a ésta la alúmina y finalmente el óxido de hierro. El grupo de los componentes principales incluye:

Cal (óxido cálcico)	CaO
Sílice (anhídrido silícico)	SiO ₂
Alúmina (óxido alúmino)	Al ₂ O ₃
Oxido Férrico	Fe ₂ O ₃

De estos componentes, la alúmina y el óxido férrico en conjunto, como aportadores de fase líquida, reciben el nombre de sesquióxidos y su suma se suele representar con la fórmula convencional R₂O₃

La sílice y la cal constituyen, en conjunto, aproximadamente del 70% al 75% del total del clinker, en forma de silicatos cálcicos de distinta basicidad.

La alúmina y el óxido férrico reciben el nombre de fundentes porque, conjuntamente con la magnesia y los álcalis, constituyen la fase líquida del clinker y facilitan por ello las reacciones entre la sílice y la cal. Forman con ésta última los aluminatos. La composición de los óxidos del cemento es como sigue:

CaO	60% al 67%
SiO ₂	17% al 25%
Al ₂ O ₃	3% al 8%
Fe ₂ O ₃	0.5% al 6%

COMPOSICION QUIMICA:

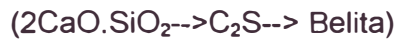
Los componentes principales de las materias primas para la fabricación del cemento son:

95%<	Componente	Procedencia
	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas calizas
	Oxido de Silice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita.
5%<	Componente	Procedencia
	Oxido de Magnesio, sodio	
	Potasio, Titanio, Azufre,	
	Fósforo Manganeso.	Minerales varios.

Luego del proceso de formación del clinker y molienda final, se obtiene los siguientes compuestos cuyas proporciones definirán el comportamiento del tipo de cemento.

a.- Silicato Tricálcico

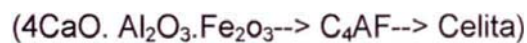
Se le conoce por la abreviatura C₃S y define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.

b.- Silicato Dicálcico

Define la resistencia a largo plazo y tiene menor incidencia en el calor de hidratación.

c.- Aluminato Tricálcico

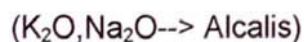
Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3% - 6%) para controlarlo. Es responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce Sulfoaluminatos con propiedades expansivas.

d.- Aluminato - Ferrito - Tetracálcico

Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundaria en el calor de hidratación.

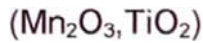
e.- Oxido de Magnesio (MgO)

Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

f.- Oxidos de Potasio y Sodio

Tiene importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en el agua contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos.

g.- Oxidos de Manganeso y Titanio



El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tiene contenidos mayores del 3%. Se ha observado que en casos donde los contenidos superan el 5% se obtienen disminución de resistencia a largo plazo.

El segundo influye en la resistencia, reduciéndole para contenidos superiores a 5%. Para contenidos menores, no tiene mayor trascendencia.

Los Compuestos principales del cemento.-

Los compuestos principales.-

Durante el proceso de fusión de la materia prima que ha de dar origen al clínker se forman silicatos cálcicos, aluminatos cálcicos y ferritos de composición compleja. De ellos los componentes básicos del cemento son los silicatos cálcicos. La fórmula de composición de los cuatro compuestos principales, así como la forma abreviada de los mismos es:



El porcentaje relativo de los cuatro compuestos principales norma las propiedades del cemento portland. Dicho porcentaje depende de la proporción relativa entre la cal y los componentes ácidos – sílice, alúmina y óxido férrico – también conocidos como factores hidráulicos.

Normalmente, los porcentajes límites de los compuestos principales están dentro de los siguientes:

C ₃ S.....	30% a 60%
C ₂ S.....	15% a 37%
C ₃ A.....	7% a 15%
C ₄ AF.....	8% a 10%

Los Compuestos secundarios del cemento.-

Los cuatro compuestos principales del clinker suponen del 90% al 95% del total. El porcentaje restante corresponde a los llamados compuestos secundarios, los cuales pueden agruparse en:

- Oxido de cal libre
- Oxido de magnesia
- Oxidos de sodio y potasio
- Cantidades pequeñas de otros óxidos.

TIPOS DE CEMENTOS

Los tipos de cemento Portland que podemos calificar de standard, ya que su fabricación está normada por requisitos específicos son:

- Tipo I De uso general donde no se requieren propiedades especiales.
- Tipo II De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.

Tipo III	Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en climas fríos o en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.
Tipo IV	De bajo calor de hidratación. Para concreto masivo.
Tipo V	Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos.

CEMENTOS PORTLAND ADICIONADOS

Tipo IS	Cemento al que se ha añadido entre un 25% a 70% de escoria de altos hornos referido al peso total.
Tipo ISM	Cemento al que se ha añadido menos del 25% de escoria de altos hornos referido al peso total.
Tipo IP	Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y 40% del peso total.
Tipo IPM	Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje menor de 15% del peso total.

En la actualidad corrientemente se fabrican en nuestro país los siguientes tipos de cementos: Tipo I, Tipo II, Tipo V, Tipo IP y Tipo IPM

1.2. CEMENTO PORTLAND TIPO I: PROPIEDADES PRINCIPALES.-

a) PRINCIPALES PROPIEDADES FISICAS.-

PESO ESPECÍFICO.-

NORMAS: NTP 334.005; ASTM C-188

El peso específico del cemento corresponde al material al estado compacto. Su valor suele variar, para los cementos portland normales, entre 3.0

y 3.2. Las normas norteamericanas consideran un valor promedio de 3.15 y las normas alemanas e inglesas un valor promedio de 3.12

FINURA.-

Concepto.-

NORMA NTP 334.002

La finura de un cemento es función del grado de molienda del mismo y se expresa por su superficie específica, que es definida como el área superficial total, expresada en centímetros cuadrados, de todas las partículas contenidas en un gramo de cemento. Se asume que todas las partículas tienen un perfil esférico.

Determinación de la finura.-

Los dos aparatos especialmente desarrollados para medir la finura de los cementos, de acuerdo a la norma ASTM, son el turbidímetro Wagner y el aparato Blaine de permeabilidad al aire. Este último es el más usado.

CONTENIDO DE AIRE.-

NORMAS: NTP 334.048; ASTM C-185

La presencia de cantidades excesivas de aire en el cemento puede ser un factor que contribuya a reducir la resistencia de los concretos preparados con éste. El ensayo de contenido de aire da un índice indirecto de la finura y grado de molienda del cemento. El ensayo es según la norma ASTM C 185.

FRAGUADO.-

NORMAS: NTP 334.006; ASTM C-187,191,266

El término "fraguado" se refiere al cambio del estado fluido al estado sólido. Se dice que la pasta de cemento portland ha fraguado cuando está lo suficientemente rígida como para soportar una presión arbitraria definida.

El tiempo de fraguado se divide en dos partes: el comienzo y el fin de la fragua, conocidas como la "fragua inicial" y la "fragua final". Cuando la pasta de cemento portland ha logrado la fragua final, empieza un nuevo período de incremento de su rigidez y resistencia denominado "endurecimiento".

El tiempo de fragua de la pastas de cemento, a las que se ha dado consistencia normal, se mide por la capacidad que tenga la pasta de soportar el peso de una varilla o aguja determinada. Para determinar el tiempo de fraguado se siguen las siguientes normas:

Consistencia normal, de acuerdo a ASTM C 187

Fraguado Vicat, de acuerdo a ASTM C 191

Fraguado Gilmore, de acuerdo a ASTM C 266

RESISTENCIAS MECANICAS.-

NORMAS: ASTM C-109,190

La resistencia mecánica del cemento endurecido es la propiedad física que define la capacidad del mismo para soportar esfuerzos sin falla y normalmente se emplea como uno de los criterios de aceptación por ser la más requerida desde el punto de vista estructural

La resistencia de un cemento se determina por ensayos de compresión y tracción en morteros preparados con dicho cemento y arena standard. Los ensayos de compresión se efectúan de acuerdo a la norma ASTM C 109 y los ensayos de tracción de acuerdo a la norma ASTM C 190.

RETRACCION Y EXPANSION.-

NORMA ASTM C-157

La influencia de la capacidad de expansión o retracción de los cementos reside en que ella condiciona la posibilidad y magnitud de los cambios de volumen que pueden experimentar los elementos estructurales, cambios que cuando son importantes se manifiestan en agrietamiento de los elementos

CALOR DE HIDRATACION.-

NORMA ASTM C-186

Puede definirse al calor de hidratación como a la cantidad de calor, expresada en calorías por gramo de cemento no hidratado, desarrollada por hidratación completa a una temperatura determinada.

Para determinar el calor de hidratación de los cementos, los dos métodos mas empleados son el indicado en la norma ASTM C 186 y el método francés de la botella aislante.

ESTABILIDAD DE VOLUMEN.-

NORMAS: NTP 334.004; ASTM C-151

Se define como estabilidad de volumen de un cemento a la capacidad de éste para mantener un volumen constante una vez fraguado.

La estabilidad de volumen de los cementos se determina mediante el ensayo de expansión en el autoclave, considerándose estables a los cementos que no presentan una expansión mayor del 0.8%.

FISURACION.-

NORMA AFNOR P15 - 351

Es una propiedad física que es consecuencia de los cambios de volumen que se pueden presentar en pastas puras, morteros y concretos. La fisuración por contracción depende del tipo de cemento, de su composición química y finura de molienda, y de la relación agua – cemento empleada.

No existe una norma ASTM para este ensayo, solíéndose emplear la norma AFNOR P15 – 351.

Características físicas del cemento:

Los siguientes valores satisfacen la norma NTP 334.009 (Cemento.Cemento Portland.Requisitos) y corresponden al cemento "Sol" tipo I, utilizado en la presente tesis:

CUADRO N° 2.1

Peso específico	3.11 gr/cm ³
Superf. específica	
Blaine	3477 cm ² /gr
Contenido de aire	9.99%
Exp. Autoclave	0.18%
Fraguado inicial Vicat	1:49 hrs.
Fraguado Final Vicat	3:29 hrs.
f'c a los 3 días	254 kg/cm ²
f'c a los 7 días	301 kg/cm ²
f'c a los 28 días	357 kg/cm ²
Calor de hidratación	
a los 7 días	70.60 cal/gr.
Calor de hidratación	
a los 28 días	84.30 cal/gr.

Fuente: tesis: "Estudio de las características del concreto utilizando aditivo reductor de agua y retardador de fraguado "

Véase también las tablas N° 2.1 y 2.3 del presente capítulo

b) PRINCIPALES PROPIEDADES QUIMICAS.-

Mecanismo de Hidratación.-

Se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido, con las propiedades inherentes a los nuevos productos formados. Los componentes ya mencionados anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de calcio complejos.

Dependiendo de la temperatura, el tiempo y la relación entre la cantidad del agua y el cemento que reaccionan se pueden definir los siguientes estados:

a.- Estado plástico

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación agua/cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente.

El primer elemento en reaccionar es el C_3A , y posteriormente los silicatos y el C_4AF , caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se produce lo que se denomina el periodo latente ó de reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos, dependiendo de la temperatura de ambiente y el cemento en particular.

b.- Fraguado inicial

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose

en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en la que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el denominado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas mencionadas.

Se forma una estructura porosa llamada gel de hidratación de silicatos de calcio (CHS ó Torbemorita), con consistencia coloidal intermedia entre sólido y líquido que van rigidizándose cada vez en la medida que se siguen hidratando los silicatos.

Este periodo dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo más estable con el tiempo al gel CHS.

c.- Fraguado final

Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel esta constituida por el ensamble definido de sus partículas endurecidas.

d.- Endurecimiento

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en el que se mantiene e incrementa con el tiempo las características resistentes.

La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúan de manera indefinida.

Es el estado final de la pasta, en que se evidencia totalmente las influencias de la composición del cemento.

Para que se produzca la hidratación completa se necesita la cantidad suficiente de agua, la temperatura adecuada y el tiempo, y de aquí se desprende el concepto fundamental del curado, que consiste en esencia en procurar éstos tres elementos para que el proceso se complete.

Otro concepto que hay que tomar en cuenta es que está demostrado que la relación agua/cemento mínima para que se produzca hidratación completa del

cemento es del orden de 0.35 a 0.40 en peso dependiendo de cada caso particular.

2. AGREGADOS.-

Definición:

Se define como agregado al cuerpo sólido granular de origen rocoso, que es utilizado como componente importante del concreto, constituyendo su fase discontinua, ocupando entre el 65% y 80% en volumen de su unidad cúbica. Según su tamaño, los agregados se clasifican en agregado fino y agregado grueso.

Perfil de un agregado.-

Es una propiedad física del agregado; geoméricamente es la figura que presenta éste al ser cortado por un plano vertical; a diferencia de la forma del agregado que es sólo su figura exterior.

Aunque ambos conceptos son similares y tienen campos comunes de estudio, para el presente trabajo nos referiremos al perfil por ser el más específico para nuestros propósitos y además el más utilizado en obra.

Concepto:

El perfil de las partículas del agregado depende principalmente de la presencia y espaciamiento de los planos de separación y clivaje. Muchos elementos poseen planos de fácil fractura, de tal forma que se producen partículas angulares por fragmentación de cristales.

Otras rocas definen su perfil por los planos de separación o uniones formados como resultado de presiones de formación ⁽¹⁾

Las normas A.S.T.M. no clasifican al agregado por su perfil. Las normas británicas clasifican, de acuerdo a su perfil, al agregado en función de su redondez, esfericidad y elongación. En los E.E.U.U. el agregado se clasifica en redondeado, subredondeado ó subangular, y angular.

La redondez mide la angularidad relativa de las aristas de las partículas

La esfericidad es una medida de cuan compacta es la partícula en perfil y es definida como una función de la relación del área superficial de la partícula a su volumen.

El grado de acomodo en el concreto de las partículas de agregado de un tamaño determinado depende de su perfil ⁽²⁾

De acuerdo a su perfil las partículas de agregado comprenden siete grupos:

- Redondeado
- Irregular
- Laminado
- Angular
- Semiangular ó semiredondeado
- Elongado
- Laminado y alongado

El perfil redondeado comprende aquellas partículas totalmente trabajadas por el agua ó completamente perfiladas por desgaste ó frotamiento, tales como la grava de río ó de mar.

El perfil angular comprende aquellas partículas cuyos ángulos son bien

(1) "Naturaleza y Materiales del Concreto"; Enrique Rivva López, Pág. 146

(2) Ídem; Enrique Rivva López, Págs. 146 – 147

definidos y están formados por la intersección de caras rugosas ⁽¹⁾

2.1 AGREGADO FINO.-

Definición:

NORMAS: NTP 400.037; ASTM C-33

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural ó artificial de las rocas, el cual pasa íntegramente el tamiz NTP 9.4 mm (3/8") y como máximo en un 95% el tamiz N° 4, quedando retenido en el tamiz N° 200; cumpliendo con los límites establecidos en las normas citadas

PROPIEDADES FISICAS:

2.1.1 GRANULOMETRIA.-

NORMAS: NTP 400.012; ASTM C-136, 404

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados se designa por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas.

(1) "Naturaleza y Materiales del Concreto"; Enrique Rivva López; Págs. 173-174.

Tesis pasadas acerca del tema en cuestión, hacen referencia al "perfil" del agregado, tal como se enfoca en la presente, ("Estudio del concreto de mediana a baja resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de río", Ana M. Lapa Barzola, 2003; "Influencia del Perfil y Tamaño del Agregado en concretos de alta resistencia", Julián J., Mendoza Flores, 1977; "Influencia del perfil del agregado sobre las propiedades del concreto", Ramón S., Calixto Ames, 1975; "Efectos del perfil del agregado sobre el incremento de la resistencia del concreto en el tiempo", José F., Tantaleán Ghiglino, 1975. El eminente ingeniero Enrique Rivva López señala el mismo término en sus estudios sobre el concreto ("Naturaleza y Materiales del concreto", Enrique Rivva López, 1^{ra} edición; 2000))

. Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

Se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los tamices ASTM: N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200

2.1.2 PESO ESPECIFICO.-

NORMAS: NTP 400.022; ASTM C-128, E-12

El peso específico es un indicador de la calidad en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

Se define como el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas.

2.1.3 CONTENIDO DE HUMEDAD.-

NORMAS: NTP 400.016; ASTM C-70,566

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante por que de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua en el concreto varía.

También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado al horno (24 hr) dividido entre el peso secado al horno del material y todo multiplicado por 100

2.1.4 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.-

NORMAS NTP 400.022; ASTM C-128

Se define como la diferencia en peso del material saturado superficialmente seco y el peso del material secado al horno (24 hr) todo dividido entre el peso secado al horno y multiplicado por 100.

2.1.5 PESO UNITARIO.-

NORMA NTP 400.017

Es el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen total incluyendo los vacíos.

También se puede definir como el peso del agregado que alcanza un determinado volumen unitario; generalmente se expresa en Kg./m³ del material

PESO UNITARIO SUELTO.-

Es el peso suelto del agregado sin compactar que ocupa un determinado volumen unitario

PESO UNITARIO COMPACTADO.-

Es el peso compactado del agregado que ocupa un determinado volumen unitario

2.1.6 SUPERFICIE ESPECIFICA.-

Se define como superficie específica de una partícula de agregado al área superficial de la misma. La superficie específica de un conjunto de partículas es la suma de las áreas superficiales de las mismas. Se expresa en cm²/gr.

El agregado fino siempre tiene una superficie específica alta, en tanto que la del agregado grueso suele ser bastante baja

Para obtener la superficie específica se divide, para cada uno de los tamices, el valor del porcentaje retenido entre el valor del diámetro medio. La superficie específica del conjunto se determina por la ecuación:

$$\text{Superficie Específica} = (0.06 \times S / G) \text{ cm}^2/\text{gr.}$$

S: Sumatoria de los cocientes del porcentaje retenido y el diámetro medio de cada tamiz

G: Gravedad específica de la masa del agregado.

2.1.7 MODULO DE FINURA.-

NORMA NTP 400.011

El módulo de finura es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3"; 1 ½"; 3/4"; 3/8"; N°4; N° 8; N°16; N°30; N°50; y N°100, dividida entre 100.

Los agregados que presentan un módulo de finura bajo indican una preponderancia de las partículas mas finas con un área superficial total muy alta, la que será necesario cubrir con pasta.

2.2 AGREGADO GRUESO.-

Definición:

NORMAS: NTP 400.037; ASTM C-33

Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido, como mínimo, en un 95% en el tamiz NTP 4.75 mm (N°4), y que cumple con los límites establecidos en las normas citadas.

PROPIEDADES FISICAS:

2.2.1 GRANULOMETRIA.-

NORMAS: NTP 400.011, 400.012; ASTM C-136,404

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados se designa por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas.

Se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los tamices ASTM: 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2" y mayores

2.2.2 PESO ESPECÍFICO.-

NORMA NTP 400.021, 400.022; ASTM C-127

La definición es análoga a la del agregado fino .Véase acápite 2.1.2

2.2.3 CONTENIDO DE HUMEDAD.-

NORMA NTP 400.015; ASTM C-566

La definición es análoga a la del agregado fino. Véase acápite 2.1.3

2.2.4 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.-

NORMA NTP 400.021, 400.022; ASTM C-127

La definición es análoga a la del agregado fino. Véase acápite 2.1.4

2.2.5 PESO UNITARIO.-

NORMA NTP 400.017

La definición del peso unitario tanto del suelto como del compactado es análoga a la del agregado fino. Véase acápite 2.1.5

2.2.6 SUPERFICIE ESPECÍFICA.-

Véase acápite 2.1.6 del agregado fino

2.2.7 MODULO DE FINURA.-

NORMA NTP 400.012

Véase acápite 2.1.7 del agregado fino

2.2.8 TAMAÑO MAXIMO.-

NORMA NTP 400.037

El tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

2.2.9 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL.-

NORMA NTP 400.037

Se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal del agregado no deberá ser mayor de:

- a) Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados; ó
- b) Un tercio del peralte de las losas; ó
- c) Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras ó alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones, ó ductos de preesfuerzo.

2.3 CANTERAS.-

El agregado fino y el agregado grueso de perfil angular se obtuvieron de la cantera "La Gloria", y el agregado de perfil redondeado se obtuvo de las riberas del río Chillón

2.4 AGREGADO GLOBAL.-

2.4.1 GENERALIDADES.-

Se llama así a la combinación regulada y artificial del agregado fino con el agregado grueso, que se hace para efectos de diseño; muy distinto al agregado integral llamado también hormigón que es una mezcla arbitraria de arena y grava, que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal como se le extrae de la cantera ó río.

El agregado global debe cumplir con requisitos y husos granulométricos según normas.

2.4.2 PESO UNITARIO COMPACTADO.-

Se llama así al peso (compactado) que alcanza un determinado volumen unitario, en este caso, del agregado global. En este trabajo lo utilizaremos para nuestros cálculos de diseño de mezcla del concreto.

En las tablas N° 2.1 y 2.2 se muestran las características físicas y composición química de los cementos peruanos y en las tablas N° 2.3 y 2.4 se observan los requisitos físicos y químicos standard ASTM C-150 para cementos.

En el cuadro N° 2.2 se muestra el resultado de los ensayos de los agregados a utilizarse en la presente tesis así como su procedencia.

TABLA Nº 2.1

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS CEMENTOS PERUANOS

ELEMENTO	SOL		ATLAS		ANDINO		ANDINO		ANDINO		YURA		YURA		YURA		PACASMAYO		PACASMAYO		RUMI		
	TIPO I	TIPO II	TIPO IP	TIPO I	TIPO I	TIPO II	TIPO V	TIPO I	TIPO II	TIPO V	TIPO I	TIPO IP	TIPO IP	TIPO IP	TIPO I	TIPO V	TIPO I	TIPO V	TIPO I	TIPO V	TIPO I	TIPO V	
Peso especif. (gr/cc)	3.11		3.03	3.11	3.11		3.18					2.86											
Finura malla 100	0.04		0.03	0.34	0.1		0.2																
Finura malla 200	4.14		0.38	5.66	4.71		2.58																
S. especif. Blaine (cm ² /gr.)	3477		4472	3300	3400		3400					4086					3400						3300
Contenido de Aire (%)	9.99		9.82	6.5	5.35		5.22										10.5						1010
Exp. Autoclave (%)	0.18		0.15	0.02	0.01		0.01					0.11					0.22						0.14
Fraguado Inic Vicat (hrs.)	01:49		01:59	02:50	03:15		02:15				2	02:00					02:29						02:40
Fraguado Fin. Vicat (hrs.)	03:29		03:41	03:45	04:30		03:45				04:00	04:10					05:10						05:02
f'c a 3 días (kg/cm ²)	254		235	204	160		184				242	140					168						154
f'c a 7 días (kg/cm ²)	301		289	289	205		243				335	222					201						196
f'c a 28 días (kg/cm ²)	357		349	392	320		362				388	316					273						258
Calor Hidrat. 7 días (cal/gr.)	70.6		60.5	64.93			59.02																
Calor hidrat. 28 días (cal/gr.)	84.3		78.4																				

Información proporcionada por el fabricante
Fuente: Supervisión de Obras de Concreto.

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarrá Villacorta

TABLA Nº 2.2

COMPOSICION QUIMICA DE LOS CEMENTOS PERUANOS (%)

ELEMENTO	SOL		ATLAS		ANDINO		ANDINO		ANDINO		YURA		YURA		YURA		PACASMAYO		PACASMAYO		RUMI	
	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II	TIPO I	TIPO II
CaO	63.2	63.83	53.85	64.18	64.18	63.83	64.6	63.83	65.9	64.6	65.9	46.3	46.3	53.8	63.02	62.92	63.02	62.92	63.02	62.92	44.19	44.19
SiO2	19.79	22.58	26.28	21.86	21.86	22.58	22.51	22.58	22.66	22.51	22.66	43.51	43.51	33.34	19.05	20.5	19.05	20.5	19.05	20.5	21.67	21.67
Al2O3	6.15	4.21	6.44	4.81	4.81	4.21	3.04	4.21	4.15	3.04	4.15	3.36	3.36	4.8	6.2	4.07	6.2	4.07	6.2	4.07	1.56	1.56
Fe2O3	2.82	3.11	4.84	3.23	3.23	3.11	4.28	3.11	2.41	4.28	2.41	1.98	1.98	2.04	3.3	5.14	3.3	5.14	3.3	5.14	5.01	5.01
K2O	0.96	0.54	1.07	0.65	0.65	0.54	0.56	0.54		0.56					0.7	0.68	0.7	0.68	0.7	0.68	0.72	0.72
Na2O	0.28	0.12	0.37	0.15	0.15	0.12	0.13	0.12		0.13					0.26	0.22	0.26	0.22	0.26	0.22	1.69	1.69
SO3	2.58	2.38	2.84	2.41	2.41	2.38	2.36	2.38	1.66	2.36	1.66	1.42	1.42	2.04	2.5	1.83	2.5	1.83	2.5	1.83	1.09	1.09
MG	3.16	0.97	2.76	0.96	0.96	0.97	0.92	0.97	1.24	0.92	1.24	1.3	1.3	1.37	2.13	2.1	2.13	2.1	2.13	2.1	1.06	1.06
Cal libre	0.52	0.4	0.29	0.59	0.59	0.4	0.55	0.4		0.55					1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1		
P. Ignicion	0.8	1.46	1.63	1.24	1.24	1.46	1.08	1.46	0.96	1.08	0.96	1.6	1.6	1.87	2.3	1.93	2.3	1.93	2.3	1.93	2.85	2.85
R. Insolubles	0.62	0.59	10.21	0.42	0.42	0.59	0.57	0.59	0.48	0.57	0.48	26.7	26.7	15.69	0.5	0.68	0.5	0.68	0.5	0.68	2.99	2.99
C3S	54.18	48.73		51.33	51.33	48.73	58.64	48.73	60	58.64	60				54.85	60.44	54.85	60.44	54.85	60.44	9.21	9.21
C2S	15.87	27.98		23.95	23.95	27.98	20.3	27.98	19.7	20.3	19.7				14.52	13.18	14.52	13.18	14.52	13.18	69.08	69.08
C3A	11.53	5.89		7.28	7.28	5.89	0.81	5.89	6.92	0.81	6.92				10.85	2.09	10.85	2.09	10.85	2.09	4.34	4.34
C4AF	8.57	9.45		9.82	9.82	9.45	13.01	9.45	7.33	13.01	7.33				10.3	15.63	10.3	15.63	10.3	15.63	15.25	15.25

Información proporcionada por el fabricante
Fuente: Supervisión de Obras de Concreto.

TABLA Nº 2.3

REQUISITOS FISICOS STANDARD ASTM C-150 PARA CEMENTOS

DESCRIPCION	TIPO I	TIPO IA	TIPO II	TIPO IIA	TIPO III	TIPO IIIA	TIPO IV	TIPO V
Contenido de aire en % (max,min)	(12,N/A)	22.16	12,N/A	22.16	12,N/A	22.16	12,N/A	12,N/A
Finura con turbidimetro en m2/kg.min	160	160	160	160			160	160
Finura por permeabilidad de aire en m2/kg.min	280	280	280	280			280	280
Expansión en autoclave	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Resistencia en compresion en MPa								
Al día					12.4	10		
A 3 días	12.4	10	10.3	8.3	24.1	19.3		8.3
A 7 días	19.3	15.5	17.2	13.8			6.6	15.2
A 28 días								20.7
Fraguado inicial de (Guillmore) min. minut.	60	60	60	60	60	60	60	60
Fraguado final de (Guillmore) max. minut.	600	600	600	600	600	600	600	600
Fraguado inicial (Vicat) min. minut.	45	45	45	45	45	45	45	45
Fraguado final (Vicat) max. min	375	375	375	375	375	375	375	375

REQUISITOS FISICOS OPCIONALES

Fraguado falso (penetración final) %min.	50	50	50	50	50	50	50	50
Calor de hidratación maximo a 7 días cal/gr			70	70			60	
Calor de hidratación max. a los 28 días cal/gr			58	58			70	
Resistencia en compresión min. a 28 días MPa	27.8	22.1	27.6	22.1				
Expansión con Sulfatos a 14 días, % max.								0.04

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

TABLA N° 2.4

REQUISITOS QUIMICOS STANDARD DE ASTM C-150 PARA CEMENTOS

DESCRIPCION	TIPO I	TIPO IA	TIPO II	TIPO IIA	TIPO III	TIPO IIIA	TIPO IV	TIPO V
SiO ₂ % minimo	.....	.....	20	20	.....	.....	.....	.....
Al ₂ O ₃ % max.	.....	.....	6	6	.....	.....	.....	.....
Fe ₂ O ₃ % max	.....	.....	6	6	.....	.....	6.5	.....
MgO % max	6	6	6	6	6	6	6	6
SO ₃ % max	3	3	3	3	3.5	3.5	2.3	2.3
Cuando C ₃ A es < o = 8%	3.5	3.5	N/A	N/A	4.5	4.5	N/A	N/A
Cuando C ₂ A es > 8%	3	3	3	3	3	3	2.5	0.75
Perd. por ignicion % max	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
R. insolubles, % max.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.35	.....
C ₃ S ₁ % max	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.4	.....
C ₂ S ₁ % MAX.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C ₃ A, % MAX.	.....	.....	8	8	15	15	7	5
(C ₄ AF + 2(C ₃ A)) + (C ₄ AF + C ₂ F)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	25

REQUISITOS QUIMICOS OPCIONALES

C ₃ A, % maximo para mediana	.....	.....	.....	.....	8	8	.....	.....
Resistencia a sulfatos	.....	.....	.....	.....	5	8	.....	.....
C ₃ A, % maximo para alta	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Resistencia a sulfatos	.....	.....	58	58	.....	.....	.....	.....
(C ₃ S + C ₃ A), % max.	.....	.....	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Alcalis, (Na ₂ O + 0,658K ₂ O), % max	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
 Rodolfo Gamarra Villacorta

ENSAYO DE LOS AGREGADOS A UTILIZARSE
CUADRO N° 2.2

ENSAYOS	CUADRO DE RESUMEN		
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA
Peso Especifico de Masa (gr/cm3)	2.56	2.43	2.78
Peso Especifico de Masa S.S.S (gr/cm3)	2.60	2.45	2.79
Peso Especifico Aparente (gr/cm3)	2.65	2.48	2.82
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1710.20	1577.30	1401.20
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	1938.80	1719.80	1547.20
Contenido de Humedad (%)	0.52	0.59	0.28
Absorcion (%)	0.90	0.79	0.46
Superficie Especifica (cm ² /gr)	28.67	1.39	1.50
Modulo de Finura	3.07	7.56	7.07
Tamaño Maximo	-----	2"	2"
Tamaño Maximo Nominal	-----	1 1/2"	1"

LEYENDA

Agregados: Arena gruesa y Piedra chancada.

Agregados: Canto Rodado.

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Procedencia: Ribera rio "Chillon"

CAPITULO III

DISEÑO DE MEZCLA

CAPITULO III

DISEÑO DE MEZCLAS

INTRODUCCION.-

El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente, la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

Es usual el suponer que esta técnica consiste en la aplicación sistemática de ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en las obras, lo cual está muy alejado de la realidad, ya que es en esta etapa del proceso constructivo cuando resulta primordial la labor creativa del responsable de dicho trabajo y en consecuencia el criterio personal.

En la tecnología del concreto moderna es una premisa básica el que no se puede separar el diseño de la mezcla, del proceso constructivo en su integridad, ya que entre ambos existe una correspondencia biunívoca, pues para cada obra existen condicionantes ambientales, de diseño estructural, de materiales, mano de obra, equipo, etc., que necesariamente requieren una solución original en lo que al diseño de mezcla se refiere.

DETERMINACION DE LA ÓPTIMA RELACION PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Para la determinación de la óptima relación entre el agregado fino y agregado grueso se usó el método de la "compacidad".

El método de la compacidad consiste en mezclar los agregados (arena y piedra) en diferentes proporciones de cada agregado. Con esto se busca el mejor acomodo que puedan tener los agregados entre sí, todo esto se expresa mediante el peso unitario compactado de las mezclas secas.

De las diferentes relaciones porcentuales de los agregados se escoge la que tenga mayor peso unitario compactado; la cual nos quiere decir que tiene mejor acomodo entre las partículas.

En la presente tesis se realizaron en total 6 relaciones porcentuales de arena y piedra (para cada tipo de perfil) que a continuación mostramos:

I). Para el caso del agregado grueso con perfil angular (piedra chancada):

CUADRO N° 3.1

ARENA (%)	PIEDRA (%)
54	46
52	48
50	50
48	52
46	54
44	56

Para la primera relación tomamos como base 50 kilos de arena que nos representaba el 54% del total de la mezcla y el resto que es el 46% lo completamos con una cierta cantidad de piedra que por una regla de tres hallamos el peso correspondiente que es de 42.59 kilos.

Aquí obtuvimos un peso unitario promedio de 1935.10 kg./m³ de tres ensayos consecutivos.

El mismo procedimiento seguimos con las demás relaciones, manteniendo como base los 50 kilos de arena e ir incrementando la piedra de acuerdo al porcentaje que se cambiaba (ver cuadro N° 3.5).

En el gráfico (N° 3.10), Observamos que la relación de 50% de piedra y 50% de arena son los que tienen mayor peso unitario compactado; como sabemos este método de compacidad es una aproximación a la óptima relación arena piedra.

Hallado la mayor compacidad se procedió a hacer diseños de mezclas con la relación óptima encontrada y con dos de sus extremos (48%:52%, 50%: 50%, 52%:48%) de arena y piedra respectivamente.

En total se prepararon 3 probetas de cada relación arena: piedra, para poder sacar un promedio; se curaron por espacio de 7 días y se procedió a ensayar en la máquina de compresión obteniéndose los resultados mostrados en los cuadros (N° 3.7)

En el gráfico (N° 3.3) observamos que la relación de 50% de arena: 50% de piedra, tiene mejor resistencia que las otras dos.

Por lo tanto con esta relación trabajaremos en adelante para todas las mezclas. En este punto se mostró solo los resultados de los ensayos a compresión del concreto, mas adelante se explicará con mayor detalle el diseño de mezclas.

3.1 DISEÑO DE MEZCLAS

3.1.1 RELACION AGUA CEMENTO 0.60

a.- Diseño del Concreto

Como ya se conoce la óptima relación arena piedra que es de 50% de arena y 50% de piedra, ahora diseñaremos la mezcla del concreto para la cual tenemos que buscar el agua óptima que cumpla con los requerimientos de

asentamiento de 3" a 4" . Para todos los diseños se usaremos el método del "Agregado Global".

Para buscar dicha agua óptima se realizo tres diseños de mezcla con diferentes cantidades de agua, que describimos a continuación:

PRIMER DISEÑO DE PRUEBA

Se tomó la cantidad de 225 lt/m³ de agua, luego se realiza el diseño.

Característica de los agregados:

CUADRO N° 3.2

	ARENA	PIEDRA
Peso específico (gr/cc) :	2.56	2.78
Peso U. Suelto (kg/m ³) :	1710.20	1401.20
Peso U. Comp.(kg/m ³) :	1938.80	1547.20
Cont. Humedad :	0.52%	0.28%
% Absorción :	0.90%	0.46%
a/c :	0.60	

PESOS SECOS

Cantidad de cemento : $C = 225 / 0.60 = 375.00$

Cemento : 375.00 Arena : 818.46 % Aire : 1.50
 Agua : 225.00 Piedra : 888.80

Para hallar la cantidad de arena y piedra nombrada arriba se hizo mediante el volumen absoluto que consiste en dividir los pesos secos del cemento y agua entre su peso específico respectivo sumarlos mas el porcentaje de aire (según tabla ACI), para luego restarle a 1 m³ de concreto. La diferencia que salga se multiplica proporcionalmente a los respectivos porcentajes de arena y piedra hallados anteriormente.

VOLUMEN ABSOLUTO:

Cemento: 375.00/3110 = 0.121
 Agua : 225.00/1000 = 0.225
 % Aire : = 0.015

Suma = 0.361

- 1

0.639

50%

= 0.320(piedra)

50%

= 0.320 (arena)

PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS:

Arena : 0.320*2560 (p.e) = 818.46 kgr/m3

Piedra: 0.320*2780 (p.e) = 888.80kgr/m3.

PESOS HUMEDOS

Aquí se realiza la corrección de agua. Para averiguar si es que los agregados dan o quitan agua se hace el siguiente análisis; también se corregirá el peso de los agregados.

CORRECCION DE AGUA:

$$C.P = Ps * (w - Ab) / 100$$

$$C.A = Ps * (w - Ab) / 100$$

Donde:

Ps = Peso seco del agreg.

Ab= Porcentaje de absorción del agreg.

w = Contenido de humedad del agreg. C.A.= Corrección de la arena

C.P.= Corrección de la piedra

$$C.P. = 888.80*(0.28 - 0.46) / 100$$

$$C.P. = -1.60$$

$$C.A. = 818.46*(0.52 - 0.90) / 100$$

$$C.A. = -3.11$$

$$\text{SUMA} = -4.71$$

Como el resultado que obtuvimos anteriormente salió negativo quiere decir que los agregados están quitando agua a la mezcla.

Por lo tanto el agua de mezcla será:

$$a_m = a \text{ (especifica)} + a \text{ (corrección)}$$

$$a_m = 225 + 4.71$$

$$a_m = 229.71 \text{ lt/m}^3.$$

CORRECCION DE LOS PESOS DE ARENA Y PIEDRA

$$P_{cp} = P_{sp} * (1 + w / 100)$$

$$P_{ca} = P_{sa} * (1 + w / 100)$$

Donde:

P_{cp} = Peso corregido de la piedra P_s = Peso seco del agregado

P_{ca} = Peso corregido de la arena w = Contenido de humedad del agregado.

CORRECCION:

$$P_{cp} = 888.80 * (1 + 0.28 / 100)$$

$$P_{cp} = 891.28 \text{ Kgr/m}^3$$

$$P_{ca} = 818.46 * (1 + 0.52 / 100)$$

$$P_{ca} = 822.72 \text{ Kgr/m}^3$$

Finalmente haciendo todas estas correcciones tenemos los pesos húmedos o diseño en obra:

$$\text{Cemento} = 375.00 \qquad \text{Arena} = 822.72$$

$$\text{Agua} = 229.71 \qquad \text{Piedra} = 891.28$$

DISEÑO UNITARIO EN OBRA

El diseño unitario en obra se calcula dividiendo cada componente de la mezcla entre el peso por metro cúbico del cemento y se obtienen los siguientes valores:

Cemento	= 1	
Agua	= 0.613	
Arena	= 2.194	
Piedra	= <u>2.377</u>	
Suma	= 6.183	$K = 50/6.183 ; K = 8.09$

La suma hallada nos sirve para dividir a la capacidad de mezcla que deseamos fabricar; para este caso es de 50 kg. La constante "K" hallada nos sirve para multiplicar a los valores del diseño unitario y así finalmente obtener la tanda o pesos de cada componente de la mezcla.

TANDAS

Cemento	= 8.09	Arena	= 17.74
Agua	= 4.96	Piedra	= 19.22

El asentamiento obtenido es de 5" siendo ésta una mezcla fluida

SEGUNDO DISEÑO DE PRUEBA

En este diseño tomamos la cantidad de 210 litros por metro cúbico de agua. El procedimiento seguido para este diseño es el mismo que el anterior por lo que el resultado lo presentaremos en el mismo cuadro, el asentamiento obtenido es de 2 1/4" siendo nuestro parámetro de 3 a 4 pulgadas.

TERCER DISEÑO DE PRUEBA.

En este diseño tomamos la cantidad de 215 litros por metro cúbico de agua. El procedimiento seguido para este diseño es el mismo que el anterior por lo que el resultado lo presentaremos en el mismo cuadro, el asentamiento

obtenido es de 3 1/4" siendo nuestro parámetro de 3 a 4 pulgadas. Con esta cantidad de agua procedemos a realizar el diseño.

Para las relaciones 0.65, y 0.70 el procedimiento es el mismo que el anterior por lo tanto solo mostraremos los resultados en el cuadro N° 3.14

II). Para el caso del agregado grueso con perfil redondeado (canto rodado):

CUADRO N° 3.3

ARENA (%)	PIEDRA (%)
54	46
52	48
50	50
48	52
46	54
44	56

Para la primera relación tomamos como base 50 kilos de arena que nos representaba el 54% del total de la mezcla y el resto que es el 46% lo completamos con una cierta cantidad de piedra que por una regla de tres hallamos el peso correspondiente que es de 42.59 kilos.

Aquí obtuvimos un peso unitario promedio de 1911.90 kg/m³ de tres ensayos consecutivos.

El mismo procedimiento seguimos con las demás relaciones, manteniendo como base los 50 kilos de arena e ir incrementando la piedra de acuerdo al porcentaje que se cambiaba (ver cuadro N° 3.6).

En el gráfico (N° 3.2), Observamos que la relación de 50% de piedra y 50% de arena son los que tienen mayor peso unitario compactado; como sabemos este método de compacidad es una aproximación a la optima relación arena - piedra.

Hallada la mayor compacidad se procedió a hacer diseños de mezclas

con la relación óptima encontrada y con dos de sus extremos (48%:52%,50%:50%,52%:48%) de arena y piedra respectivamente.

En total se prepararon 3 probetas de cada relación arena: piedra, para poder sacar un promedio; se curaron por espacio de 7 días y se procedió a ensayar en la maquina de compresión obteniéndose los resultados mostrados en los cuadros (Nº 3.9)

En el gráfico (Nº 3.4) observamos que la relación de 50% de arena: 50% de piedra, tiene mejor resistencia que las otras dos.

Por lo tanto con esta relación trabajaremos en adelante para todas las mezclas. En este punto se mostró solo los resultados de los ensayos a compresión del concreto, mas adelante se explicara con mayor detalle el diseño de mezclas.

3.1 DISEÑO DE MEZCLAS

3.1.1 RELACION AGUA CEMENTO 0.60

a.- Diseño del Concreto

Como ya se conoce la óptima relación arena piedra que es de 50% de arena y 50% de piedra, ahora diseñaremos la mezcla del concreto para la cual tenemos que buscar el agua óptima que cumpla con los requerimientos de asentamiento de 3" a 4" . Para todos los diseños se usaremos el método del "Agregado Global".

Para buscar dicha agua óptima se realizo tres diseños de mezcla con diferentes cantidades de agua, que describimos a continuación:

PRIMER DISEÑO DE PRUEBA

Se tomo la cantidad de 220 lt/m³ de agua, luego se realiza el diseño.

Características de los agregados:

CUADRO N° 3.4

	ARENA	PIEDRA
Peso específico	2.56	2.43
Peso U. Suelto	1710.20	1577.30
Peso U. Comp.	1938.80	1719.80
Cont. Humedad	0.52%	0.59%
% Absorción	0.90%	0.79%
a / c	0.60	

PESOS SECOS

Cantidad de Cemento: $C = 220 / 0.60 = 366.67$

Cemento : 366.67 Arena : 834.69 % Aire : 1.00

Agua : 220.00 Piedra : 792.30

Para hallar la cantidad de arena y piedra nombrada arriba se hizo mediante el volumen absoluto que consiste en dividir los pesos secos del cemento y agua entre su peso especifico respectivo sumarlos mas el porcentaje de aire (según tabla ACI), para luego restarle a 1 m³ de concreto. La diferencia que salga se multiplica proporcionalmente a los respectivos porcentajes de arena y piedra hallados anteriormente.

VOLUMEN ABSOLUTO:

Cemento: $366.67/3110 = 0.118$

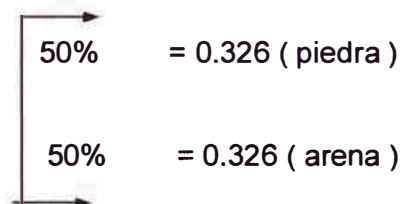
Agua : $220/1000 = 0.220$

% Aire : $= 0.010$

Suma = 0.348

- 1

0.652



PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS:

$$\text{Arena} : 0.326 * 2560 \text{ (p.e)} = 834.69 \text{ kgr/m}^3$$

$$\text{Piedra: } 0.326 * 2430 \text{ (p.e)} = 792.30 \text{ kgr/m}^3.$$

PESOS HUMEDOS

Aquí se realiza la corrección de agua. Para averiguar si es que los agregados dan o quitan agua se hace el siguiente análisis; también se corregirá el peso de los agregados.

CORRECCION DE AGUA:

$$C.P = P_s * (w - A_b) / 100$$

$$C.A = P_s * (w - A_b) / 100$$

Donde:

P_s = Peso seco del agreg.

A_b = Porcentaje de absorción del agreg.

w = Contenido de humedad del agreg. $C.A$ = Corrección de la arena

$C.P$ = Corrección de la piedra

$$C.P = 792.30 * (0.59 - 0.79) / 100$$

$$C.P = -1.58$$

$$C.A = 834.69 * (0.52 - 0.90) / 100$$

$$C.A = -3.17$$

$$\text{SUMA} = -4.75$$

Como el resultado que obtuvimos anteriormente salió negativo quiere decir que los agregados están quitando agua a la mezcla.

Por lo tanto el agua de mezcla será:

$$a_m = a \text{ (especifica)} + a \text{ (corrección)}$$

$$a_m = 220 + 4.75$$

$$am = 224.75 \text{ lt/m}^3$$

CORRECCION DE LOS PESOS DE ARENA Y PIEDRA

$$P_{cp} = P_{sp} * (1 + w / 100)$$

$$P_{ca} = P_{sa} * (1 + w / 100)$$

Donde:

P_{cp} = Peso corregido de la piedra P_s = Peso seco del agregado

P_{ca} = Peso corregido de la arena w = Contenido de humedad del agregado

CORRECCION:

$$P_{cp} = 792.30 * (1 + 0.59 / 100)$$

$$P_{cp} = 796.98 \text{ Kgr/m}^3$$

$$P_{ca} = 834.69 * (1 + 0.52 / 100)$$

$$P_{ca} = 839.03 \text{ Kgr/m}^3.$$

Finalmente haciendo todas estas correcciones tenemos los pesos húmedos o diseño en obra:

$$\text{Cemento} = 366.67 \qquad \text{Arena} = 839.03$$

$$\text{Agua} = 224.75 \qquad \text{Piedra} = 796.98$$

DISEÑO UNITARIO EN OBRA

El diseño unitario en obra se calcula dividiendo cada componente de la mezcla entre el peso por metro cúbico del cemento y se obtienen los siguientes valores:

$$\text{Cemento} = 1.000$$

$$\text{Agua} = 0.613$$

$$\text{Arena} = 2.288$$

$$\text{Piedra} = \underline{2.174}$$

$$\text{Suma} = 6.075 \qquad K = 50/6.075; \quad K = 8.23$$

La suma hallada nos sirve para dividir a la capacidad de mezcla que deseamos fabricar; para este caso es de 50 kg. La constante "K" hallada nos sirve para

multiplicar a los valores del diseño unitario y así finalmente obtener la tanda o pesos de cada componente de la mezcla.

TANDAS

Cemento = 8.23	Arena = 18.83
Agua = 5.05	Piedra = 17.89

El asentamiento obtenido es de 6 1/4" siendo ésta una mezcla fluída

SEGUNDO DISEÑO DE PRUEBA

En este diseño tomamos la cantidad de 210 litros por metro cúbico de agua. El procedimiento seguido para este diseño es el mismo que el anterior por lo que el resultado lo presentaremos en el mismo cuadro, el asentamiento obtenido es de 4 1/2" siendo nuestro parámetro de 3 a 4 pulgadas.

TERCER DISEÑO DE PRUEBA.

En este diseño tomamos la cantidad de 205 litros por metro cubico de agua. El procedimiento seguido para este diseño es el mismo que el anterior por lo que el resultado lo presentaremos en el mismo, el asentamiento obtenido es de 3 1/2" siendo nuestro parámetro de 3 a 4 pulgadas. Con esta cantidad de agua procedemos a realizar el diseño.

Para las relaciones 0.65, y 0.70 el procedimiento es el mismo que el anterior por lo tanto solo mostraremos los resultados en el cuadro N° 3.18

CUADRO N°3.5

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GLOBAL
PERFIL PIEDRA CHANCADA**

RELACION ARENA PIEDRA		PESO UNITARIO COMPACTADO			
ARENA (%)	PIEDRA (%)	1er ensayo	2do ensayo	3er ensayo	promedio
54	46	1935.0	1934.8	1935.6	1935.1
52	48	2011.5	2011.9	2011.5	2011.6
50	50	2036.1	2035.8	2036.3	2036.1
48	52	2022	2022.4	2022.6	2022.3
46	54	2013.0	2013.4	2013.1	2013.2
44	56	2002.1	2001.8	2002.2	2002.0

LEYENDA

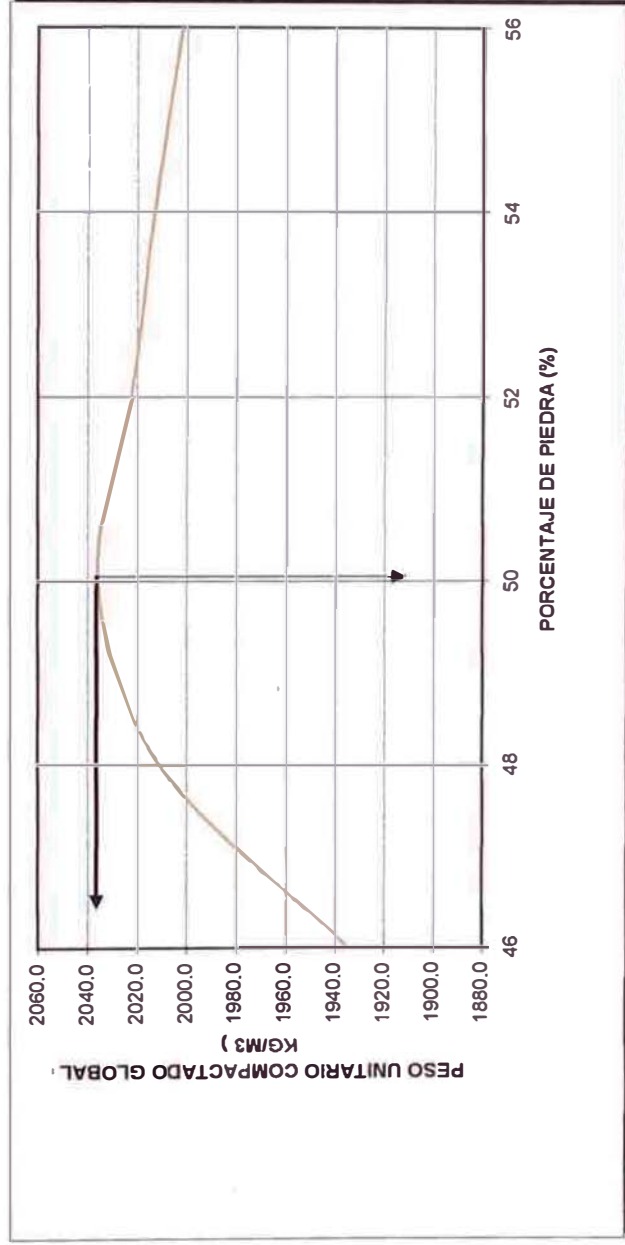
Agregados: Arena Gruesa y Piedra Chancada

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO Nº 3.1

**PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GLOBAL
PERFIL DE AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA**



LEYENDA

- Agregados: Arena Gruesa y Piedra Chancada
- Procedencia: Cantera "La Gloria"
- Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

CUADRO N°3.6

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GLOBAL
PERFIL CANTO RODADO**

RELACION ARENA PIEDRA		PESO UNITARIO COMPACTADO			
ARENA (%)	PIEDRA (%)	1er ensayo	2do ensayo	3er ensayo	promedio
54	46	1911.5	1912.0	1912.2	1911.9
52	48	1946.0	1946.5	1945.9	1946.1
50	50	2002	2002.5	2001.9	2002.1
48	52	1954.5	1955	1954.7	1954.7
46	54	1942.0	1941.7	1942.3	1942.0
44	56	1934.5	1934.2	1934.6	1934.4

LEYENDA

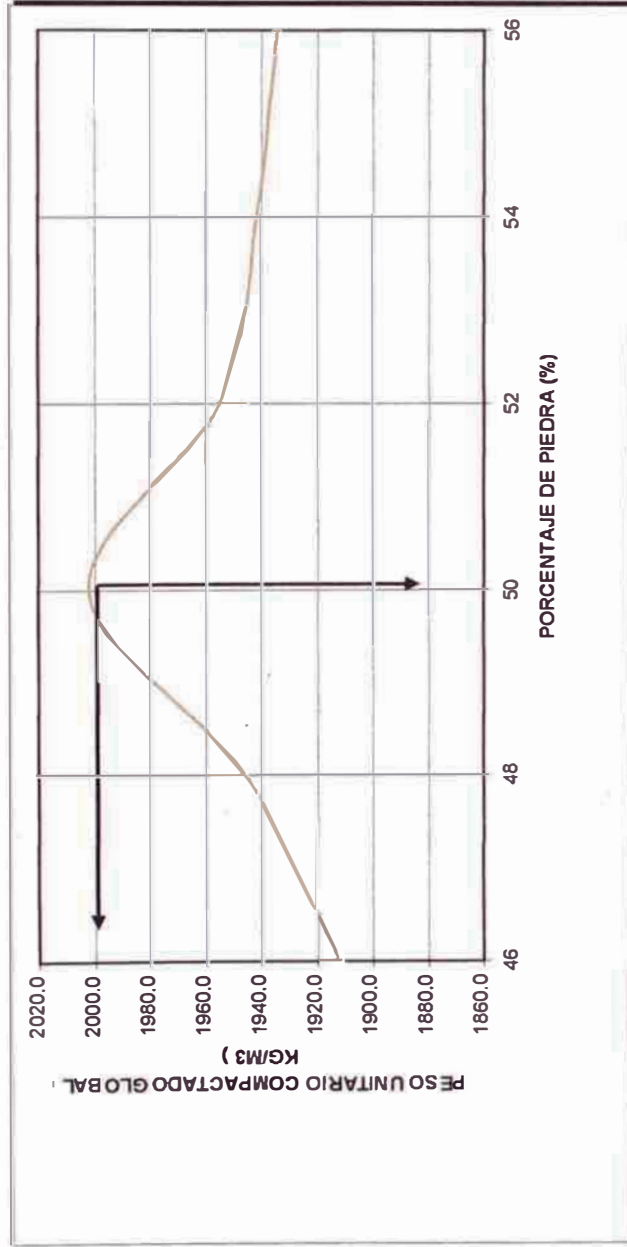
Agregados: Arena Gruesa y Canto rodado.

Procedencia: Arena gruesa: Cantera "La Gloria"; Canto rodado: Ribera río "Chillón"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 3.2

**PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GLOBAL
PERFIL DE AGREGADO GRUESO CANTO RODADO**



LEYENDA

- Agregados: Arena Gruesa y Canto rodado.
- Procedencia: Cantera "La Gloria", Canto rodado: Ribera rio "Chillón"
- Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

CUADRO N° 3.7

RESISTENCIA A LOS 7 DIAS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS DE DISTINTA VARIACION PROPORCIONAL DE AGREGADOS - PIEDRA CHANCADA

MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m ³ DE CONCRETO		TANDAS DE PRUEBA		Resistencia a la compresión a los 7 días (Kg/cm ²)
		PESOS kg/m ³ SECO	HUMEDO	Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo		Tanda de Prueba 50 kg
a/c = 0.65	CEMENTO	308	308	0.099	CEMENTO	6.53
rf = 48%	AGUA	200	205	0.200	AGUA	4.35
a(fts)= 200	ARENA	843	847	0.329	ARENA	17.99
	PIEDRA	992	995	0.357	PIEDRA	21.12
	% AIRE			0.015	Suma =	50.00
	Suma =	2343	2355	1.000	Asentamiento =	3 1/2"
						225
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m ³ DE CONCRETO		TANDAS DE PRUEBA		Resistencia a la compresión a los 7 días (Kg/cm ²)
		PESOS kg/m ³ SECO	HUMEDO	Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo		Tanda de Prueba 50 kg
a/c = 0.65	CEMENTO	323	323	0.104	CEMENTO	6.91
rf = 50%	AGUA	210	215	0.210	AGUA	4.60
a(fts)= 210	ARENA	859	863	0.336	ARENA	18.47
	PIEDRA	933	935	0.336	PIEDRA	20.01
	% AIRE			0.015	Suma =	50.00
	Suma =	2325	2337	1.000	Asentamiento =	3 3/4"
						236
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m ³ DE CONCRETO		TANDAS DE PRUEBA		Resistencia a la compresión a los 7 días (Kg/cm ²)
		PESOS kg/m ³ SECO	HUMEDO	Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo		Tanda de Prueba 50 kg
a/c = 0.65	CEMENTO	326	326	0.105	CEMENTO	7.00
rf = 52%	AGUA	212	217	0.212	AGUA	4.66
a(fts)= 212	ARENA	889	894	0.347	ARENA	19.17
	PIEDRA	892	894	0.321	PIEDRA	19.18
	% AIRE			0.015	Suma =	50.00
	Suma =	2319	2331	1.000	Asentamiento =	3 1/2"
						220

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra Chancada

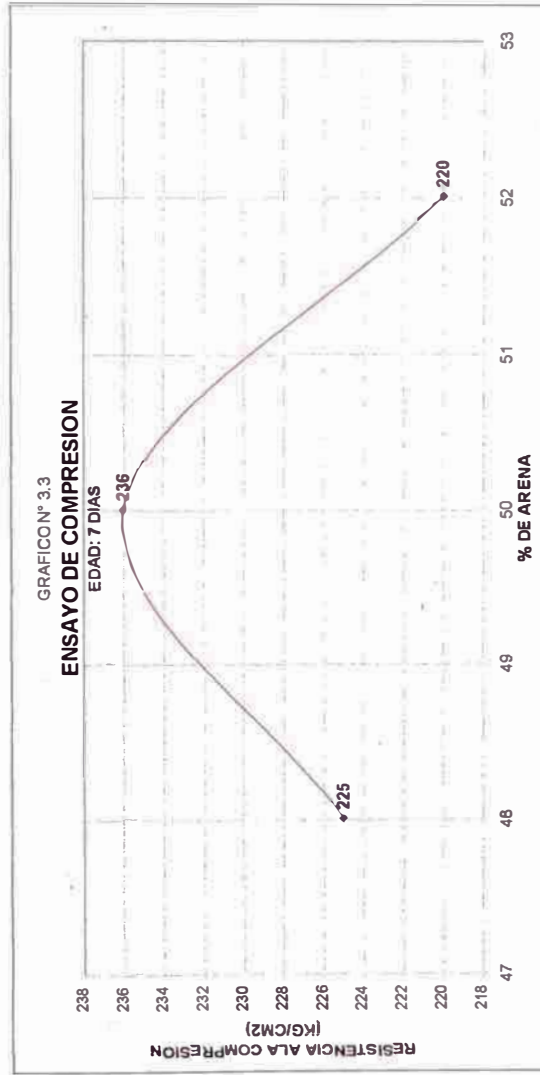
Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamarrá Villacorta

RELACION ARENA - PIEDRA CHANCADA OPTIMA PARA DISEÑO DE MEZCLA



A/C = 0.65 Asentamiento 3" a 4"

CUADRO N° 3.8

RESISTENCIA SEGUN RELACION ARENA PIEDRA

% ARENA	% PIEDRA	RESISTENCIA KG/CM2	PROMEDIO
48	52	238	Stump 3 1/4"
		240	
50	50	243	Stump 3 1/2"
		261	
		259	
52	48	262	Stump 3 1/2"
		238	
		240	
		244	220

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

CUADRO N° 3.9

RESISTENCIA A LOS 7 DIAS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS DE DISTINTA VARIACION PROPORCIONAL DE AGREGADOS - CANTO RODADO

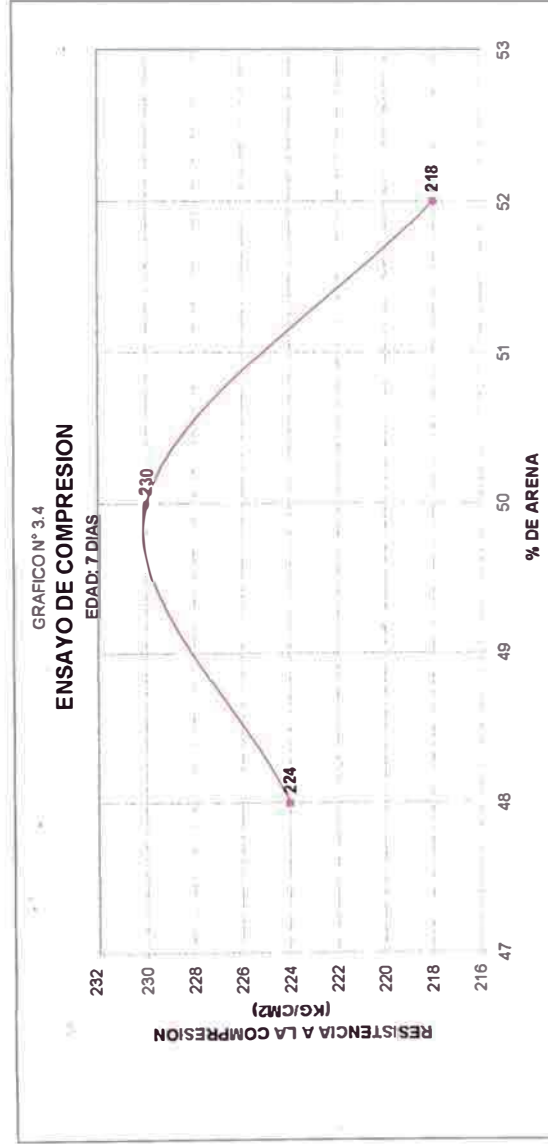
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO		TANDAS DE PRUEBA		Resistencia a la compresión a los 7 días (Kg/cm2)	
		SECO	HUMEDO	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg		
a/c = 0.65 r/f = 48% a(lts)= 187	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE	288 187 873 903	288 192 878 903	0.093 0.187 0.341 0.369 0.010	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma =	6.36 4.25 19.41 19.98 50.00	224
	Suma =	2246	2260	1.000	Asentamiento = 3 1/2"		
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO		TANDAS DE PRUEBA		Resistencia a la compresión a los 7 días (Kg/cm2)	
		SECO	HUMEDO	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg		
a/c = 0.65 r/f = 50% a(lts)= 190	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE	292 190 904 863	292 195 908 863	0.094 0.190 0.353 0.353 0.010	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma =	6.47 4.32 20.11 19.10 50.00	230
	Suma =	2244	2259	1.000	Asentamiento = 3 1/4"		
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO		TANDAS DE PRUEBA		Resistencia a la compresión a los 7 días (Kg/cm2)	
		SECO	HUMEDO	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg		
a/c = 0.65 r/f = 52% a(lts)= 195	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE	300 195 930 815	300 200 935 820	0.096 0.195 0.363 0.335 0.010	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma =	6.65 4.44 20.73 18.18 50.00	218
	Suma =	2240	2254	1.000	Asentamiento = 3 1/2"		

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Canto Rodado
 Procedencia: Arena gruesa (cantera "Gloria"), Canto rodado (Ribera río "Chillón")
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
 Rodolfo Gamarrá Villacorta

RELACION ARENA - PIEDRA CANTO RODADO OPTIMA PARA DISEÑO DE MEZCLA



CUADRO N° 3.10

RESISTENCIA SEGÚN RELACION ARENA PIEDRA		
% ARENA	% PIEDRA	PROMEDIO
48	52	224
50	50	230
52	48	218

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

CUADRO N° 3.11

**DISEÑO DE MEZCLAS CON AGREG.-GRUESO PIEDRA CHANCADA
(DETERMINACION DE LA RELACION DE AGREGADOS CON ASENTAMIENTO DE 3" a 4")**

MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto		Volumen m ³	TANDAS DE PRUEBA		
		SECO	HUMEDO		Proporciónamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = 0.65	CEMENTO	292	292	0.094	CEMENTO	1.00	6.17
r = 48%	AGUA	190	195	0.190	AGUA	0.67	4.12
a(1s)= 190	ARENA	861	866	0.336	ARENA	2.96	18.27
	PIEDRA	1013	1016	0.365	PIEDRA	3.48	21.44
	% AIRE			0.015	Suma =	8.11	50.00
	Suma =	2357	2370	1.000	Asentamiento =	2 1/2"	
MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto		Volumen m ³	TANDAS DE PRUEBA		
		SECO	HUMEDO		Proporciónamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = 0.65	CEMENTO	315	315	0.101	CEMENTO	1.00	6.72
r = 48%	AGUA	205	210	0.205	AGUA	0.67	4.47
a(1s)= 205	ARENA	834	838	0.326	ARENA	2.66	17.85
	PIEDRA	981	984	0.353	PIEDRA	3.12	20.95
	% AIRE			0.015	Suma =	7.44	50.00
	Suma =	2335	2347	1.000	Asentamiento =	4"	
MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto		Volumen m ³	TANDAS DE PRUEBA		
		SECO	HUMEDO		Proporciónamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = 0.65	CEMENTO	308	308	0.099	CEMENTO	1.00	6.54
r = 50%	AGUA	200	205	0.200	AGUA	0.67	4.36
a(1s)= 200	ARENA	878	883	0.343	ARENA	2.87	18.77
	PIEDRA	954	956	0.343	PIEDRA	3.11	20.33
	% AIRE			0.015	Suma =	7.64	50.00
	Suma =	2339	2352	1.000	Asentamiento =	2"	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

**CUADRO N° 3.12
DISEÑO DE MEZCLAS CON AGREG. GRUESO PIEDRA CHANCADA
(DETERMINACION DE LA RELACION DE AGREGADOS CON ASENTAMIENTO DE 3" a 4")**

MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto		TANDAS DE PRUEBA	
		SECO	HUMEDO	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg
a/c = 0.65 r/f = 50% a/(fs)= 210	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	323 210 859 933 2325	323 215 863 935 2371	0.104 0.210 0.336 0.336 0.015 1.000	CEMENTO 1.00 AGUA 0.67 ARENA 2.67 PIEDRA 2.90 Suma = 7.23 Asentamiento = 3 3/4"
MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto		TANDAS DE PRUEBA	
a/c = 0.65 r/f = 52% a/(fs)= 205	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	315 205 903 906 2329	315 210 908 908 2342	0.101 0.205 0.353 0.326 0.015 1.000	CEMENTO 1.00 AGUA 0.67 ARENA 2.88 PIEDRA 2.88 Suma = 7.42 Asentamiento = 2"
MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto		TANDAS DE PRUEBA	
a/c = 0.65 r/f = 52% a/(fs)= 215	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	331 215 883 886 2315	331 220 888 888 2327	0.106 0.215 0.345 0.319 0.015 1.000	CEMENTO 1.00 AGUA 0.67 ARENA 2.68 PIEDRA 2.68 Suma = 7.03 Asentamiento = 4"

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada
Procedencia: Cantera "La Gloria"
Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

CUADRO N° 3.13

MEZCLAS DE PRUEBA CON PERFIL DE AGREGADO GRUESO: PIEDRA CHANCADA PARA A/C=0.65 (DETERMINACION DEL RANGO DE ASENTAMIENTO CONSTANTE DE 3" a 4")									
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m ³ DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA			Tanda de Prueba 50 kg	
		SECO	HUMEDO	Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo				
a/c =	CEMENTO	308	308	0.099	CEMENTO	1.00	6.54	6.54	
	AGUA	200	205	0.200	AGUA	0.67	4.36	4.36	
	ARENA	878	883	0.343	ARENA	2.87	18.77	18.77	
a(l/s)=	PIEDRA	954	956	0.343	PIEDRA	3.11	20.33	20.33	
	% AIRE			0.015	Suma =	7.64	50.00	50.00	
	Suma =	2339	2352	1.000	Asentamiento =	1 1/2"			
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m ³ DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA			Tanda de Prueba 50 kg	
		SECO	HUMEDO	Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo				
a/c =	CEMENTO	315	315	0.101	CEMENTO	1.00	6.73	6.73	
	AGUA	205	210	0.205	AGUA	0.67	4.48	4.48	
	ARENA	869	873	0.339	ARENA	2.77	18.62	18.62	
a(l/s)=	PIEDRA	943	946	0.339	PIEDRA	3.00	20.17	20.17	
	% AIRE			0.015	Suma =	7.43	50.00	50.00	
	Suma =	2332	2344	1.000	Asentamiento =	2 1/4"			
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m ³ DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA			Tanda de Prueba 50 kg	
		SECO	HUMEDO	Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo				
a/c =	CEMENTO	323	323	0.104	CEMENTO	1.00	6.91	6.91	
	AGUA	210	215	0.210	AGUA	0.67	4.60	4.60	
	ARENA	859	863	0.336	ARENA	2.87	18.47	18.47	
a(l/s)=	PIEDRA	933	935	0.336	PIEDRA	2.90	20.01	20.01	
	% AIRE			0.015	Suma =	7.23	50.00	50.00	
	Suma =	2325	2337	1.000	Asentamiento =	3 3/4"			

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

cemento Portland tipo I"
 Rodolfo Gamara Villacorta

CUADRO N° 3.14

DISEÑO DE MEZCLAS CON PERFIL DE AGREGADO GRUESO: PIEDRA CHANCADA.

MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA		
		PESOS kg/m3 SECO	HUMEDO	Volumen m3	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = r/= a(l/s)=	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	358 215 838 910 2322	358 220 842 913 2333	0.115 0.215 0.327 0.327 1.000	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma = Asentamiento =	1.00 0.61 2.35 2.55 6.51 3 1/4"	7.68 4.71 18.05 19.56 50.00
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA		
a/c = r/= a(l/s)=	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	323 210 859 933 2325	323 215 863 935 2337	0.104 0.210 0.336 0.336 1.000	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma = Asentamiento =	1.00 0.67 2.67 2.90 7.23 3 3/4"	6.91 4.60 18.47 20.01 50.00
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA		
a/c = r/= a(l/s)=	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	279 195 897 974 2344	279 200 901 976 2356	0.090 0.195 0.350 0.350 1.000	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma = Asentamiento =	1.00 0.72 3.23 3.50 8.46 3 1/2"	5.91 4.25 19.12 20.72 50.00

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada
 Procedencia: Cantiera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
 Rodolfo Gamara Villacorta

CUADRO N° 3.15

DISEÑO DE MEZCLAS CON AGREG.-GRUESO CANTO RODADO (DETERMINACION DE LA RELACION DE AGREGADOS CON ASENTAMIENTO DE 3" a 4")									
MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto			TANDAS DE PRUEBA		TANDAS DE PRUEBA		
		SECO	HUMEDO	Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = 0.65 r _f = 48% a _f (ts)= 180	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	277 180 880 905 2241	277 185 884 910 2256	0.089 0.180 0.344 0.372 1.000	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma =	6.14 4.10 19.59 20.16 50.00	1.00 0.67 3.19 3.29 8.15	Asentamiento = 2"	
MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto			TANDAS DE PRUEBA		TANDAS DE PRUEBA		
		SECO	HUMEDO	Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = 0.65 r _f = 48% a _f (ts)= 190	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	292 190 861 886 2230	292 195 866 891 2244	0.094 0.190 0.336 0.365 1.000	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma =	6.51 4.35 19.29 19.85 50.00	1.00 0.67 2.96 3.05 7.68	Asentamiento = 4 1/4"	
MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto			TANDAS DE PRUEBA		TANDAS DE PRUEBA		
		SECO	HUMEDO	Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = 0.65 r _f = 50% a _f (ts)= 185	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	285 185 907 861 2237	285 190 911 866 2252	0.092 0.185 0.354 0.354 1.000	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma =	8.32 4.22 20.24 19.22 50.00	1.00 0.67 3.20 3.04 7.91	Asentamiento = 2 1/4"	

LEYENDA

Material: Agreg. Grueso: Canto Rodado
Agreg. Fino: Arena Gruesa
Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarrá Villacorta

CUADRO N° 3.16

DISEÑO DE MEZCLAS CON AGREG -GRUESO CANTO RODADO
(DETERMINACION DE LA RELACION DE AGREGADOS CON ASENTAMIENTO DE 3" a 4")

MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto		Volumen m ³	TANDAS DE PRUEBA		
		SECO	HUMEDO		Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = 0.65	CEMENTO	282	292	0.094	CEMENTO	1.00	6.51
r/f = 50%	AGUA	180	195	0.190	AGUA	0.67	4.35
a/(ts) = 190	ARENA	897	902	0.351	ARENA	3.08	20.08
	PIEDRA	852	857	0.351	PIEDRA	2.93	19.07
	% AIRE			0.015	Suma =	7.68	50.00
	Suma =	223	2246	1.000	Asentamiento =	3 1/4"	
MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto		Volumen m ³	TANDAS DE PRUEBA		
		SECO	HUMEDO		Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = 0.65	CEMENTO	285	285	0.092	CEMENTO	1.00	6.31
r/f = 52%	AGUA	185	190	0.185	AGUA	0.67	4.22
a/(ts) = 185	ARENA	943	948	0.368	ARENA	3.33	21.03
	PIEDRA	826	831	0.340	PIEDRA	2.92	18.44
	% AIRE			0.015	Suma =	7.92	50.00
	Suma =	2239	2254	1.000	Asentamiento =	1 3/4"	
MEZCLA DE PRUEBA	Material	Dosificación por m ³ de concreto		Volumen m ³	TANDAS DE PRUEBA		
		SECO	HUMEDO		Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg	
a/c = 0.65	CEMENTO	308	308	0.099	CEMENTO	1.00	6.88
r/f = 52%	AGUA	200	205	0.200	AGUA	0.67	4.59
a/(ts) = 200	ARENA	913	918	0.357	ARENA	2.98	20.53
	PIEDRA	800	805	0.329	PIEDRA	2.62	18.00
	% AIRE			0.015	Suma =	7.27	50.00
	Suma =	2221	2236	1.000	Asentamiento =	4 1/4"	

LEYENDA

Materiales:

Agreg. Grueso: Canto Rodado

Agreg. Fino: Arena Gruesa

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamarrá Villacorta

CUADRO N° 3.17

MEZCLAS DE PRUEBA CON PERFIL DE AGREGADO GRUESO: CANTO RODADO PARA A/C=0.65. (DETERMINACION DEL RANGO DE ASENTAMIENTO CONSTANTE DE 3" a 4")									
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA			Tanda de Prueba 50 kg	
		PESOS kg/m3 SECO	HUMEDO	Volumen m3	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg			
a/c =	CEMENTO	315	315	0.101	CEMENTO	1.00	7.04		
	AGUA	205	210	0.205	AGUA	0.67	4.69		
	ARENA	875	879	0.342	ARENA	2.79	19.63		
a/(ts) =	PIEDRA	831	835	0.342	PIEDRA	2.65	18.65		
	% AIRE			0.010	Suma =	7.10	50.00		
	Suma =	2226	2240	1.000	Asentamiento =	5 3/4"			
TANDAS DE PRUEBA									
DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO									
MEZCLA DE PRUEBA	Material	PESOS kg/m3			Proporcionamiento			Tanda de Prueba 50 kg	
		SECO	HUMEDO	Volumen m3	Humedo	Tanda de Prueba 50 kg			
a/c =	CEMENTO	308	308	0.099	CEMENTO	1.00	6.85		
	AGUA	200	205	0.200	AGUA	0.67	4.57		
	ARENA	885	889	0.346	ARENA	2.89	19.79		
a/(ts) =	PIEDRA	840	845	0.346	PIEDRA	2.74	18.80		
	% AIRE			0.010	Suma =	7.30	50.00		
	Suma =	2232	2246	1.000	Asentamiento =	4 1/4"			
TANDAS DE PRUEBA									
DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO									
MEZCLA DE PRUEBA	Material	PESOS kg/m3			Proporcionamiento			Tanda de Prueba 50 kg	
		SECO	HUMEDO	Volumen m3	Humedo	Tanda de Prueba 50 kg			
a/c =	CEMENTO	292	292	0.094	CEMENTO	1.00	6.47		
	AGUA	190	195	0.190	AGUA	0.67	4.32		
	ARENA	904	908	0.353	ARENA	3.11	20.11		
a/(ts) =	PIEDRA	858	863	0.353	PIEDRA	2.95	19.10		
	% AIRE			0.010	Suma =	7.73	50.00		
	Suma =	2244	2259	1.000	Asentamiento =	3 1/4"			

LEYENDA

Materiales

Agreg.Grueso: Canto Rodado

Agreg.Fino: Arena Gruesa

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEIM-UNI

Procedencia:

Riberas del río Chillón

Cantera "La Gloria"

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEIM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamarrá Villacorta

CUADRO N° 3.18

DISEÑO DE MEZCLAS CON PERFIL DE AGREGADO GRUESO: CANTO RODADO.

MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO		TANDAS DE PRUEBA	
		SECO	HUMEDO	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg
a/c =	CEMENTO	342	342	CEMENTO	7.61
r/ =	AGUA	205	210	AGUA	4.68
a(l/s) =	ARENA	864	869	ARENA	19.34
	PIEDRA	820	825	PIEDRA	18.37
	% AIRE		0.010	Suma =	50.00
	Suma =	2231	2245	Asentamiento =	3 1/2"
			1.000		
			Volumen m3		
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO		TANDAS DE PRUEBA	
		SECO	HUMEDO	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg
a/c =	CEMENTO	292	292	CEMENTO	6.47
r/ =	AGUA	190	195	AGUA	4.32
a(l/s) =	ARENA	904	908	ARENA	20.11
	PIEDRA	858	863	PIEDRA	19.10
	% AIRE		0.010	Suma =	50.00
	Suma =	2244	2259	Asentamiento =	3 1/4"
			1.000		
			Volumen m3		
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO		TANDAS DE PRUEBA	
		SECO	HUMEDO	Proporcionamiento Humedo	Tanda de Prueba 50 kg
a/c =	CEMENTO	264	264	CEMENTO	5.84
r/ =	AGUA	185	190	AGUA	4.21
a(l/s) =	ARENA	922	926	ARENA	20.49
	PIEDRA	875	880	PIEDRA	19.46
	% AIRE		0.010	Suma =	50.00
	Suma =	2246	2261	Asentamiento =	3 1/2"
			1.000		
			Volumen m3		

LEYENDA

Materiales:

Agreg. Grueso: Canto Rodado

Agreg. Fino: Arena Gruesa

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia:

Riberas del Río Chillón

Cantera "La Gloria"

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamarrá Villacorta

CAPITULO I V

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN EL ESTADO FRESCO PARA CADA UNO DE LOS CONCRETOS PREPARADOS CON DIFERENTE TIPO DE PERFIL DE AGREGADO

CAPITULO IV

PRINCIPALES PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

El concreto no es una sustancia. Es una estructura integrada por componentes como: cemento y agua que constituyen la pasta; aire presente en la forma de burbujas, y agregado normalmente mineral. Este último es el componente que predomina ya que constituye usualmente las tres cuartas partes de su peso. Así el concreto tiene la particularidad de ser inicial y transitoriamente una mezcla plástica (a que se convierte en plástica como resultado de su manipulación), y cuya forma final es de un sólido resistente.

El concreto se considera en estado fresco cuando todavía no ha logrado alcanzar su fragua inicial, por ello el concreto fresco al ser eminentemente deformable es necesario que la mezcla presente una consistencia tal que permita transportarse, colocarse con relativa facilidad y sin segregación.

4.1 CONSISTENCIA.-

NORMAS: NTP 339.035; ASTM C-143

Se podría definir como el grado de humedad de una mezcla, o como la capacidad a poder desplazarse según el manejo al cual esta destinada dicha mezcla. Es una propiedad íntimamente ligada a la trabajabilidad.

Se mide por el grado de asentamiento (slump) mediante el "Cono de Abrahams". Menores asentamientos corresponden a mezclas secas y los mayores a las consistencias fluidas

El agregado influirá en la consistencia, tanto por el perfil como por su textura, considerando que agregados de perfil esférico o de textura suavizada generan menores consistencias, mientras que agregados secos o altamente porosos, pueden aumentar la consistencia haciéndola mas seca

4.2 FLUIDEZ.-

NORMAS: NTP 339.085; ASTM C-124

Es la resistencia que opone el concreto a experimentar deformaciones. Depende de la forma, gradación y tamaño máximo del agregado en la mezcla. Asimismo depende mayormente, para un tipo de agregado definido, de la cantidad de agua en el mezclado.

El método de ensayo usado fue de la mesa de sacudidas (norma NTP 339.085). Este método se considera aplicable a concretos plásticos que tienen agregados grueso hasta 38mm (1 ½"). Si el agregado grueso es mayor de 38mm (1 ½"), (el método es aplicable cuando se realiza sobre la porción de hormigón que pasa el tamiz NTP 38mm (1 ½") después de haber eliminado los agregados mayores de cuerdo como se indica en la Norma ASTM C-172).

La consistencia es el grado de fluidez de una mezcla, determinada de acuerdo a un procedimiento prefijado

4.3 EXUDACION.-

NORMAS: NTP 339.077; ASTM 232-71

La exudación es la propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto..Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica.

Esta influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto mas fino es la molienda de éste y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues retiene el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego la importancia es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.

4.4 PESO UNITARIO.-

NORMAS: NTP 339.046; ASTM C-13

El peso unitario en estado fresco es el peso varillado expresado en Kg./m³ de una muestra representativa del concreto, los determinantes en el valor del peso unitario son los pesos específicos de los agregados pudiéndose clasificar los concretos en: densos, normales y ligeros

4.5 CONTENIDO DE AIRE.-

NORMAS: NTP 339.046; ASTM C-138

En toda mezcla de concreto hay aire presente. Este puede estar como aire atrapado ó como aire incorporado. El que definimos ahora es el aire atrapado, pues el incorporado es el intencionalmente introducido a la mezcla mediante un aditivo.

Así el contenido de aire como aire atrapado en el concreto es el porcentaje de aire que hay en el mismo.

4.6 TIEMPO DE FRAGUADO.-

NORMA NTP 339.082

El fraguado es el proceso de endurecimiento del concreto.

Se ha dividido el fraguado en dos períodos:

- 1.- El fraguado inicial y
- 2.- El fraguado final

El fraguado inicial.- se caracteriza por un aumento en la viscosidad y en la temperatura de la mezcla.

El fraguado final.- se caracteriza por un endurecimiento de la mezcla como lógica consecuencia del aumento de su resistencia.

La fragua del concreto depende básicamente del contenido de aluminato tricálcico (C_3A) del cemento, finura del cemento, relación a/c, temperatura y humedad del ensayo. La norma establece el tiempo de fraguado del concreto con asentamiento superior a cero por medio de agujas de penetración sobre la muestra tamizada.

El principio del método consiste en determinar la velocidad de endurecimiento de una muestra de concreto, y así, la fragua inicial se produce cuando la presión por penetración es de 500 lbs/pulg² y la fragua final cuando la presión por penetración alcanza las 4000 lbs/pulg².

CAPITULO V

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN EL ESTADO ENDURECIDO PARA CADA UNO DE LOS CONCRETOS PREPARADOS CON DIFERENTE TIPO DE PERFIL DE AGREGADO

CAPITULO V

PRINCIPALES PROPIEDADES DEL CONCRETO DISEÑADOS AL ESTADO ENDURECIDO

Las propiedades mecánicas del concreto endurecido pueden clasificarse como (1) propiedades instantáneas o de corta duración y (2) propiedades de larga duración. Entre las primeras se encuentra (1) resistencia a la compresión, tensión y cortante y (2) rigidez medida por el modulo de elasticidad. Las propiedades de larga duración pueden clasificarse en términos de flujo plástico y contracción.

Las siguientes secciones presentan algunos detalles de las propiedades mencionadas anteriormente.

5.1 RESISTENCIA A LA COMPRESION.-

NORMAS: NTP339.034; ASTM C-39

La resistencia a la compresión es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra a expresar en términos de relación agua/ cemento en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el

cual no se llega a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

5.2 RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION

DIAMETRAL.-

NORMA NTP 339.084

La resistencia a la tracción del concreto es una forma de comportamiento de mucho interés en el diseño y control de calidad de todo tipo de obras, en especial en las estructuras hidráulicas y de pavimentación

La resistencia a la tracción del concreto es relativamente baja, una buena aproximación es de ($0.10f'_c < F_d < 0.20f'_c$). Es más difícil medir la resistencia a la tracción que la resistencia a la compresión debido a los problemas de agarre con las máquinas de pruebas. Existen varios métodos para la prueba de tracción, el método más utilizado es la prueba de rotura o prueba brasileña, también llamado ensayo de compresión diametral.

5.3 RESISTENCIA A LA FLEXION.-

NORMAS NTP 339.044, 045, 078, 079

El ensayo de Flexión es utilizado para definir el comportamiento a la tracción del concreto, en razón de reproducir la forma más frecuente como se da esta sollicitación en los elementos estructurales.

El ensayo de flexión guarda similitud con el modo de sollicitación de los pavimentos. También es un indicador de comportamiento, en el caso de vigas sujetas a fuerzas cortantes, cuando las tensiones verticales en el extremo superior e inferior de la viga producen un estado de esfuerzo biaxial. Además, cuando se trata de analizar el agrietamiento del concreto, debido a la contracción impedida y a gradientes de temperatura. Sin embargo, en la práctica con excepción de los pavimentos, en el diseño estructural no se tiene en cuenta la resistencia a la flexión.

Así como sucede con el ensayo de compresión, el de flexión puede ser utilizado para determinar la calidad del concreto o para evaluar el momento de la puesta de servicio de la estructura.

La resistencia a la Flexión se determina por el modulo de rotura y es igual a:

$$M_r = \frac{P \times L}{b \times h^2} \dots\dots\dots (1)$$

- Mr : Modulo de rotura en daN/cm² (Kg/cm²)
- P : Carga máxima aplicada en daN (Kg)
- L : Luz en centímetros
- b : Ancho promedio del espécimen, en centímetros
- h : Altura promedio del espécimen en centímetros

Esta relación es valida únicamente cuando la rotura ocurre en el tercio central del espécimen

Los resultados obtenidos son superiores a los que se obtienen en las pruebas de tracción directa. Esto se debe a la expresión utilizada para obtener el módulo de rotura que considera un comportamiento elástico, cuando en realidad se presenta una cierta plastificación en el momento que precede a la rotura.

5.4 MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO.-

NORMAS: ASTM C-469,469-66; ACI 318.83

En general es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.

El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un "Módulo de Elasticidad Estático" del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o a una recta secante que une el origen

del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión última.

Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 kg/cm^2 y están en relación directa con la resistencia a la compresión del concreto y por ende con la relación agua / cemento. Conceptualmente, las mezclas mas ricas tienen modulo de elasticidad mayores y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres.

Al someterse una probeta de concreto a una carga que se incrementa constantemente, ocurre una deformación plástica ó escurrimiento. La curva esfuerzo - deformación muestra una zona de trabajo donde los esfuerzos y las deformaciones son proporcionales para fines prácticos.

Este limite de proporcionalidad para el caso del modulo de elasticidad es el 40% de la resistencia a la compresión y la deformación para este punto.

Es importante decir que la deformación del modulo elástico es una aproximación por cualquiera de los métodos que existen; por que el concreto no es perfectamente elástico. Como el concreto no es un material linealmente elástico, en ningún momento sigue la ley de Hooke, es decir que el diagrama esfuerzo deformación no presenta ningún tramo recto. De manera que el "Pseudo Módulo de Elasticidad ", es la pendiente de la secante a la curva s vs. e desde el origen a un punto de tensión determinada (generalmente la tensión de trabajo).

Para esfuerzos de trabajo pequeños y alternantes el módulo en el origen puede tomarse como el módulo de elasticidad dinámico.

El modulo de elasticidad del concreto E_c es una función compleja de muchas variables como la tensión de trabajo, forma de sollicitación, duración de las cargas, estado higroscópico, etc.

CAPITULO VI

COSTO DE LOS CONCRETOS PREPARADOS CON DIFERENTE TIPO DE PERFIL DE AGREGADO

CAPITULO VI

COSTOS

Introducción.-

Calcularemos el costo del metro cúbico del concreto para cada tipo de agregado según su perfil, a iguales resistencias, hallando además la variación porcentual del concreto con agregado de perfil redondeado respecto al concreto con agregado de perfil angular

La relación costo – resistencia para cada concreto es el cociente del costo del metro cúbico del concreto entre la resistencia a la compresión alcanzada en 28 días, resultando la variación costo – resistencia aquella diferencia porcentual que mide el grado de eficiencia en costo – resistencia del concreto con agregado de perfil redondeado respecto al concreto con agregado de perfil angular

Hay que observar que en el costo del concreto solo se está considerando los costos de los materiales, mas no la mano de obra ni el equipo a usar, pues estos dos factores están sujetos a circunstancias particulares.

COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO

Los precios de los materiales corresponden a precios de mercado, considerados de publicaciones y cotizaciones autorizadas, al mes de octubre del 2007, en Lima y puesto en obra (considerando la obra dentro de la provincia de Lima, en un radio urbano promedio)

CUADRO N° 6.1

Materiales	Unidad	Precio/Und. (S./)
Cemento	Bol	13.56
Agua	Gal	0.04
Arena Gruesa	M3	34.00
Piedra Chancada (P. Angular)	M3	42.00
Canto Rodado (P. Redondeado)	M3	36.00

Los precios no incluyen el I.G.V.

COSTO DE UNA UNIDAD CUBICA DE CONCRETO

Calculando el precio por metro cúbico del concreto para los dos tipos de perfil de agregado grueso y a iguales resistencias a la compresión, tenemos los siguientes cuadros de resumen, así como los correspondientes a la relación costo - resistencia:

**COSTO Y COSTO - RESISTENCIA
RESPECTO A LA COMPRESION (28 Días)**

CUADRO DE RESUMEN

CUADRO N° 6.2
Costo (S./) / m3

Relación a/c	0.60	0.65	0.70	Promedio
Perfil angular	141.52	130.92	117.84	130.10
Perfil redondeado	135.64	121.05	113.74	123.50

CUADRO N° 6.3
% Costo

Relación a/c	0.60	0.65	0.70
Perfil angular	100.00	100.00	100.00
Perfil redondeado	95.85	92.46	96.52

CUADRO N° 6.4

Perfil	% Costo Promedio	Δ % Promedio Costo
Angular	100.00	
Redondeado	94.94	5.06

CUADRO N° 6.5

Resistencia a la Compresion (28 Días)				
Relación a/c	0.60	0.65	0.70	
Perfil angular	344.38	300.51	270.16	
Perfil redondeado	342.66	297.39	263.56	

CUADRO N° 6.6

Costo / Resistencia				
Relación a/c	0.60	0.65	0.70	
Perfil angular	0.41	0.44	0.44	
Perfil redondeado	0.40	0.41	0.43	

CUADRO N° 6.7

Perfil	Costo / Resistencia Promedio	% Costo / Resistencia Promedio
Angular	0.43	100.00
Redondeado	0.41	96.23

La variación costo - resistencia respecto a la compresion es de 3.77 % respecto al concreto con agregado de perfil angular

CAPITULO VII

CUADROS DE RESULTADOS Y GRAFICOS

CAPITULO VII

CUADROS DE RESULTADOS Y GRAFICOS

7.1 GENERALIDADES.-

En el presente capítulo se presentan los cuadros de resultados (cuadros de resumen) así como cuadros y gráficos comparativos, tanto para el concreto fresco, para el concreto endurecido, como también para el costo del concreto por metro cúbico.

Los cuadros y gráficos detallados se presentarán en la sección de anexos.

7.2 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO.-

Todos los ensayos se realizaron para seis diseños para baja resistencia ($a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70) en concreto con agregado de perfil angular y con agregado de perfil redondeado, tres diseños para cada caso. Todos se realizaron manteniendo el rango constante de asentamiento de 3" a 4".

Todos los ensayos se realizaron en las mismas condiciones, en el laboratorio de Ensayo de Materiales de la U.N.I.

7.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO.-

Todos los ensayos se realizaron para seis diseños, tal como en el caso del concreto fresco.

Todos los ensayos se realizaron en las mismas condiciones, en el laboratorio de Ensayo de Materiales de la U.N.I.

7.4 CUADROS DE RESULTADOS (CUADROS DE RESUMEN).-

Cuadro N °	DESCRIPCION
7.4.1	Ensayos de Concreto Fresco: Piedra Chancada / Canto Rodado (Cuadro de Resumen)
7.4.2	Ensayos de Concreto Endurecido: Piedra Chancada / Canto Rodado (Cuadro de Resumen)
7.4.3	Ensayo de Resistencia a la Compresión
7.4.4	Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral
7.4.5	Ensayo de Resistencia a la Flexión
7.4.6	Ensayo de Módulo Elástico Estático
7.4.7 - 7.4.8	Módulos Elásticos Estáticos de Laboratorio y Teóricos para cada tipo de perfil

CUADRO N° 7.4.1
**ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO
 PARA LOS DOS TIPOS DE AGREGADO GRUESO
 CUADRO DE RESUMEN**

A/C	PERFIL DEL AGREGADO GRUESO	CONSISTENCIA Asent (Pulg)	FLUIDEZ (%)	EXUDACION	PESO UNITARIO	CONTENIDO DE AIRE	TIEMPO DE FRAGUADO	
							TFI	TFF
0.60	ANGULAR	3 1/4"	82.40	0.59	2352.25	0.82	04:35	05:38
	REDONDEADO	3 1/2"	83.60	0.55	2264.78	0.87	04:29	05:29
0.65	ANGULAR	3 3/4"	86.40	0.61	2361.70	1.05	04:40	06:05
	REDONDEADO	3 1/4"	86.93	0.68	2282.51	1.03	04:40	05:50
0.70	ANGULAR	3 1/2"	88.93	0.51	2371.16	0.64	05:30	06:37
	REDONDEADO	3 1/2"	85.87	0.64	2280.14	0.84	05:17	06:34

LEYENDA

Agregado fino: Arena Gruesa

Agregado Grueso: Piedra chancada

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

CUADRO N° 7.4.2
ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO
PARA LOS DOS TIPOS DE AGREGADO GRUESO
CUADRO DE RESUMEN

RELACION A/C	PERFIL DEL AGREGADO GRUESO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (28 DIAS) (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm2)	MODULO ELASTICO ESTATICO (Kg/cm2)
0.60	ANGULAR	344.38	31.30	45.55	2.75 x 10 ⁵
	RREDONDEADO	342.66	28.00	42.21	3.00 x 10 ⁵
0.65	ANGULAR	300.51	30.40	40.06	2.63 x 10 ⁵
	REDONDEADO	297.39	26.30	35.70	2.70 x 10 ⁵
0.70	ANGULAR	270.16	29.50	37.96	2.50 x 10 ⁵
	REDONDEADO	263.56	25.80	33.21	2.80 x 10 ⁵

LEYENDA

Agregados: Procedencia:

Agregado fino: Arena Gruesa Cantera "La Gloria"

Agregado Grueso: Piedra chancada Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamarra Villacorta

CUADRO N° 7.4.3

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
CUADRO DE RESUMEN				
PERFIL DE AGREGADO GRUESO	EDAD	RELACION A/C		
		A/C=0.60	A/C=0.65	A/C=0.70
PERFIL PIEDRA CHANCADA	7 DIAS	246.01	236.12	212.31
	14 DIAS	309.64	282.48	240.40
	28 DIAS	344.38	300.51	270.16
PERFIL CANTO RODADO	7 DIAS	242.53	233.08	208.39
	14 DIAS	303.88	279.58	238.64
	28 DIAS	342.66	297.39	263.56

LEYENDA

Agregado Grueso :

Canto rodado

Ribera rio "Chillón"

Piedra Chancada

Cantera "La Gloria"

Agregado fino:

Arena Gruesa

Cantera "La Gloria"

Laboratorio:

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 7.4.4

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

CUADRO DE RESUMEN

EDAD = 28 DIAS

RESISTENCIA A LA TRACCION	RELACION A/C		
PERFIL DE AGREGADO	0.60	0.65	0.70
PERFIL PIEDRA CHANCADA	31.30	30.40	29.50
PERFIL CANTO RODADO	28.00	26.30	25.80

LEYENDA

Agregados:

Agregado Grueso: Canto rodado
Piedra Chancada

Agregado fino: Arena gruesa

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia:

Riberas del Rio Chillón

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

CUADRO N° 7.4.5

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION

CUADRO DE RESUMEN

EDAD = 28 DIAS

RESISTENCIA A LA FLEXION	RELACION A/C		
PERFIL DE AGREGADO	0.60	0.65	0.70
PERFIL PIEDRA CHANCADA	45.55	40.06	37.96
PERFIL CANTO RODADO	42.21	35.70	33.21

LEYENDA

Agregados

Agregado Grueso: Canto rodado
Piedra Chancada

Agregado fino: Arena gruesa

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia

Riberas del Rio Chillón

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

CUADRO N° 7.4.6

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO				
CUADRO DE RESUMEN				
EDAD = 28 DIAS				
MODULO ELASTICO ESTATICO		RELACION A/C		
PERFIL DE AGREGADO	UND	0.60	0.65	0.70
PERFIL PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	275000	263000	250000
PERFIL CANTO RODADO	KG/CM2	300000	270000	280000

LEYENDA

Agregados

Agregado Grueso:

Canto rodado

Piedra Chancada

Agregado fino:

Arena gruesa

Laboratorio:

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia

Riberas del Rio Chillón

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

MODULOS ELÁSTICOS ESTÁTICOS DE LABORATORIO Y TEÓRICOS

1.- PERFIL DE CANTO RODADO:

CUADRO N° 7.4.7

A/C	(Lab.) Ec x 10 ⁵ (kg/cm ²)	(Lab.) F'C (Kg/cm ²)	(Lab.) C	(Teor.) EC x 10 ⁵	Δ %Ec
0.60	3.00	342.66	16,206.51	2.78	7.33
0.65	2.70	297.39	15,656.71	2.59	4.07
0.70	2.80	263.56	17,247.19	2.44	12.86
C			16,370.14		

2.- PERFIL ANGULAR:

CUADRO N° 7.4.8

A/C	(Lab.) Ec x 10 ⁵ (kg/cm ²)	(Lab.) F'C (Kg/cm ²)	(Lab.) C	(Teor.) EC x 10 ⁵	Δ %Ec
0.60	2.75	344.38	14,818.82	2.78	1.10 *
0.65	2.63	300.51	15,171.42	2.60	1.14
0.70	2.50	270.16	15,210.01	2.47	1.20
C			15,066.75		

$$Ec = C \sqrt{f'c} \dots\dots\dots (1) \quad ; \quad C = \frac{Ec}{\sqrt{f'c}} \dots\dots\dots (2)$$

Teóricamente:

C = 15,000 ; f'c = f' a los 28 días

* En este caso el módulo teórico es mayor que el de laboratorio

7.5 CUADROS Y GRAFICOS COMPARATIVOS DEL CONCRETO

FRESCO.-

Cuadro N °	DESCRIPCION
7.5.1	Análisis de Ensayos de Concreto al estado fresco (Perfil de canto rodado; cuadro comparativo)
7.5.2	Análisis de Ensayos de Concreto al estado fresco (Cuadro Comparativo; Resumen)
7.5.1	Asentamiento vs. Relación a/c
7.5.2	Variación del Índice de Fluidéz vs. Relación a/c
7.5.3	Variación de la Exudación vs. Relación a/c
7.5.4	Variación del Peso Unitario vs. Relación a/c
7.5.5	Variación del % de Aire vs. Relación a/c
7.5.6	Fraguado Inicial en función a los agregados gruesos
7.5.7	Fraguado Final en función a los agregados gruesos

CUADRO N° 7.5.1

ANALISIS DE ENSAYOS DE CONCRETO AL ESTADO FRESCO
CUADRO COMPARATIVO

PERFIL AGREGADO	ENSAYOS REALIZADOS	RELACION A/C					
		0.60		0.65		0.70	
		VALOR	como % de Piedra chancada	VALOR	como % de Piedra chancada	VALOR	como % de Piedra chancada
PERFIL AGREGADO CANTO RODADO	CONSISTENCIA	3 1/2"	107.69	3 1/4"	86.67	3 1/2"	100.00
	FLUIDEZ	83.60	101.46	86.93	100.61	85.87	96.56
	EXUDACION	0.55	93.22	0.68	111.48	0.64	125.49
	PESO UNITARIO	2264.78	96.28	2282.51	96.65	2280.14	96.16
	CONTENIDO DE AIRE	0.87	106.10	1.03	98.10	0.84	131.25
	TFI	04:29	97.82	04:41	100.36	05:17	96.06
	TFF	05:29	97.34	05:50	95.89	06:34	99.24

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa. Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Agregado fino: Canto Rodado. Ribera rio Chillón
 Agregado Grueso: Piedra chancada Cantera "La Gloria"
 Agregado Grueso: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI
 Laboratorio:

CUADRO N° 7.5.2

ANALISIS DE ENSAYOS DE CONCRETO AL ESTADO FRESCO

CUADRO COMPARATIVO - RESUMEN

ENSAYOS REALIZADOS	RELACION A/C											
	0.60				0.65				0.70			
	PERFIL DE AGREGADO		△ % RESPECTO		PERFIL DE AGREGADO		△ % RESPECTO		PERFIL DE AGREGADO		△ % RESPECTO	
ANGULAR	REDONDEADO	AL P. ANGULAR		ANGULAR	REDONDEADO	AL P. ANGULAR		ANGULAR	REDONDEADO	AL P. ANGULAR		
CONSISTENCIA	3 1/4"	3 1/2"	7.69*	3 3/4"	3 1/4"	13.33		3 1/2"	3 1/2"	0.00		
FLUIDEZ	82.40	83.60	1.46*	86.40	86.93	0.61*		88.93	85.87	3.44		
EXUDACION	0.59	0.55	6.78	0.61	0.68	11.48*		0.51	0.64	25.49*		
PESO UNITARIO	2352.25	2264.78	3.72	2361.70	2282.51	3.35		2371.16	2280.14	3.84		
CONTENIDO DE AIRE	0.82	0.87	6.10*	1.05	1.03	1.90		0.64	0.84	31.25*		
TFI	04:35	04:29	2.18	04:40	04:41	0.36*		05:30	05:17	3.94		
TFF	05:38	05:29	2.66	06:05	05:50	4.11		06:37	06:34	0.76		

LEYENDA

Agregados:

Arena Gruesa.

Piedra chancada

Canto rodado

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEIM-UNI

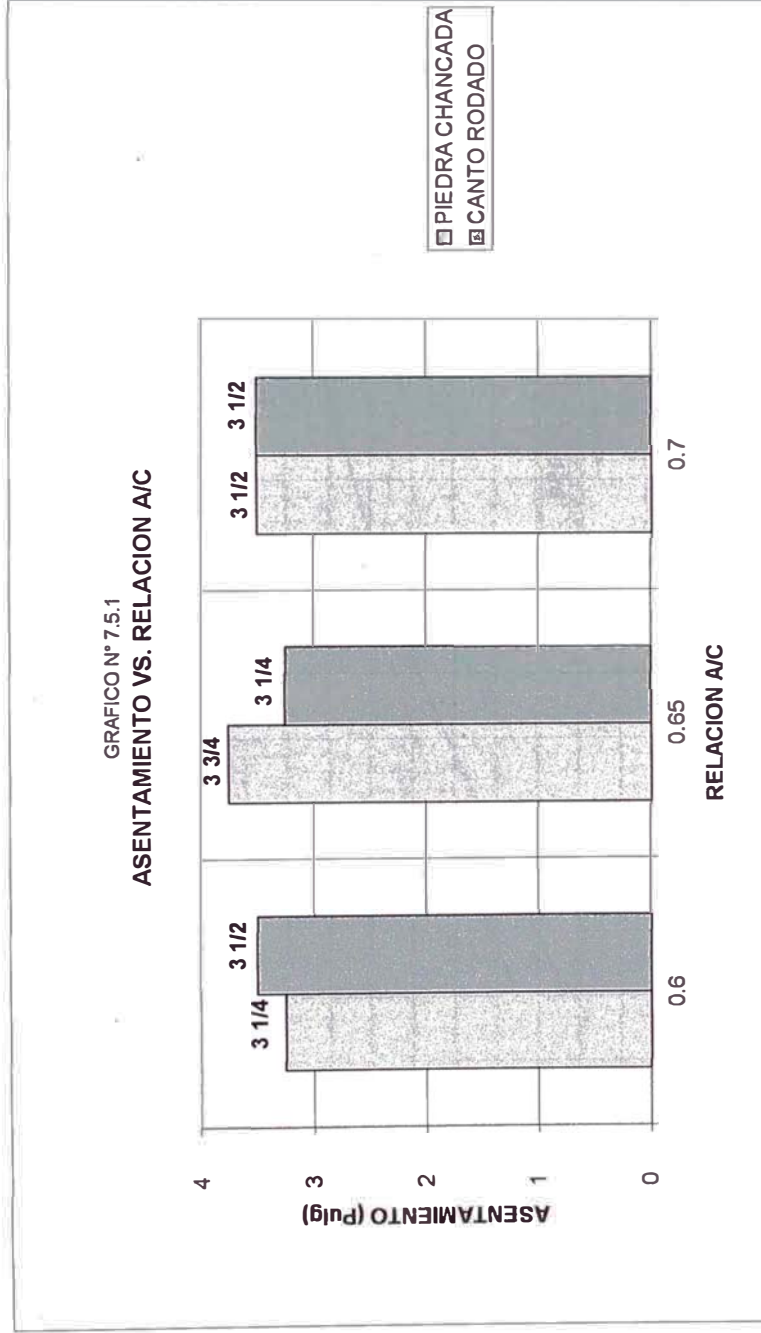
Procedencia:

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

Ribera río "Chillón"

* En estos casos el valor que corresponde al perfil redondeado es mayor respecto al perfil angular



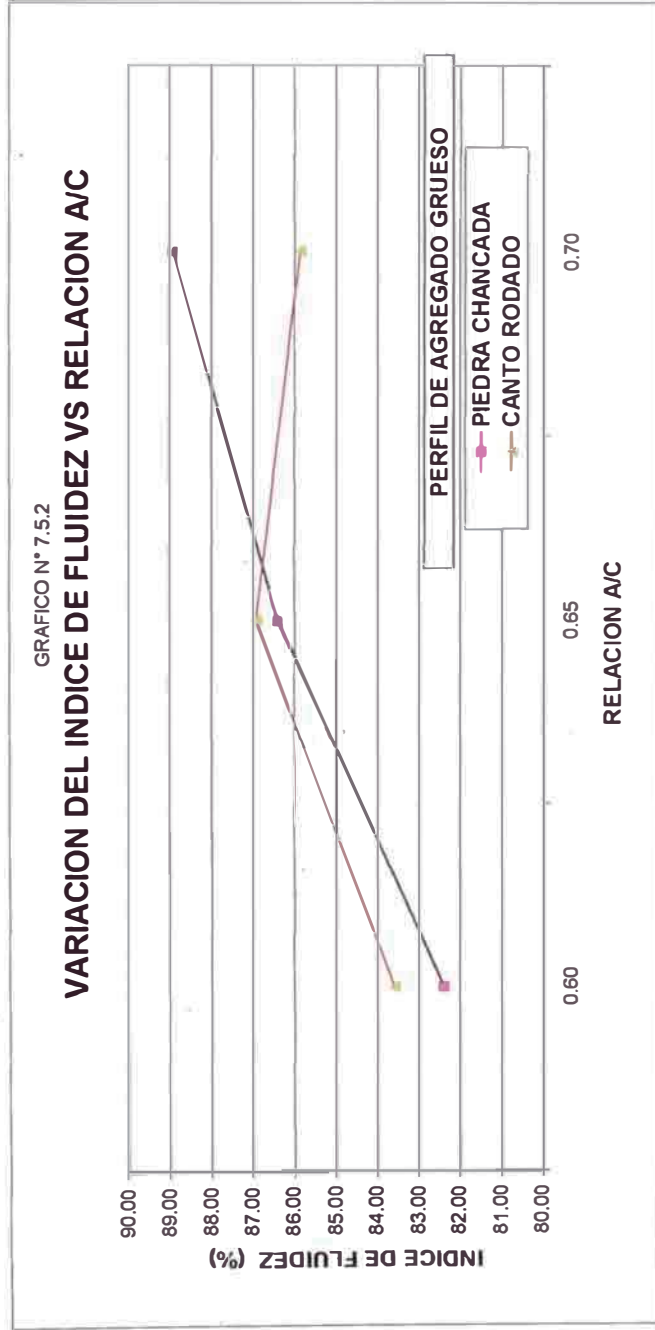
LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa, Piedra Chancada
Canto rodado

Procedencia: Cantera "La Gloria"
Ribera rio "Chillon"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

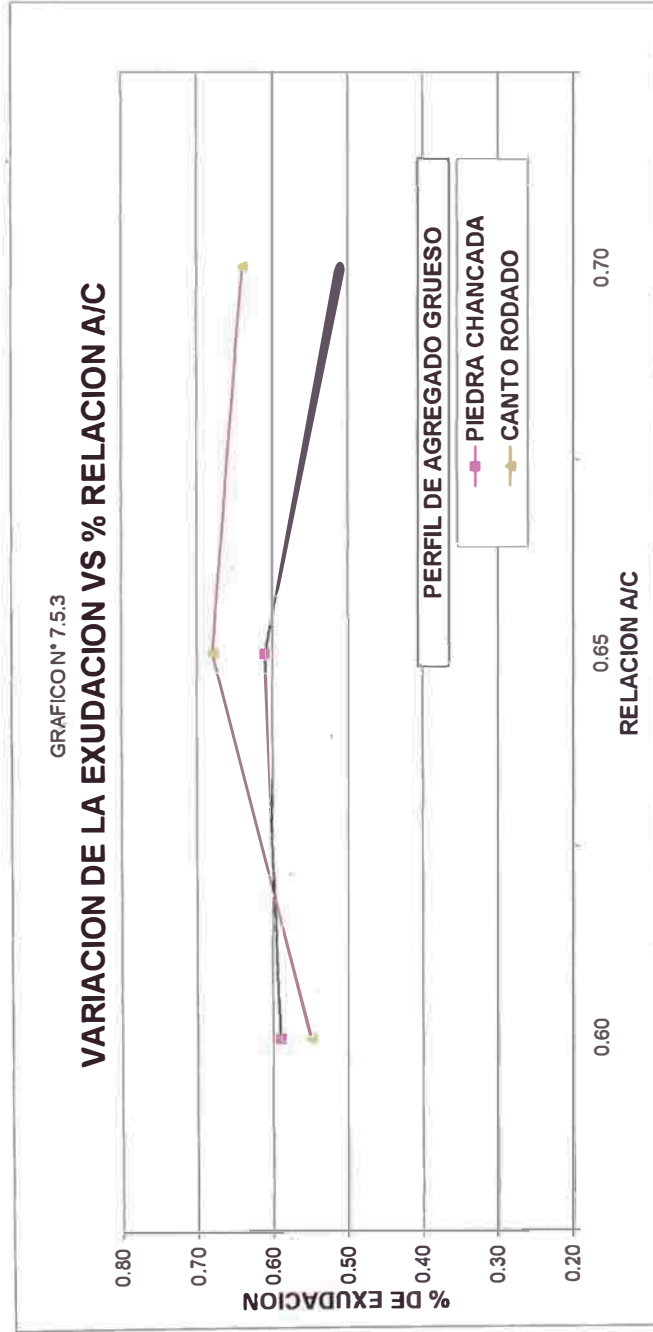
Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodrigo Gamarra Villacorta



LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa, Piedra Chancada Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Canto rodado Ribera rio "Chillón"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
 Rodolfo Gamarra Villacorta



LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa, Piedra Chancada
Canto rodado

Procedencia: Cantera "La Gloria"
Riberia rio "Chillon"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta



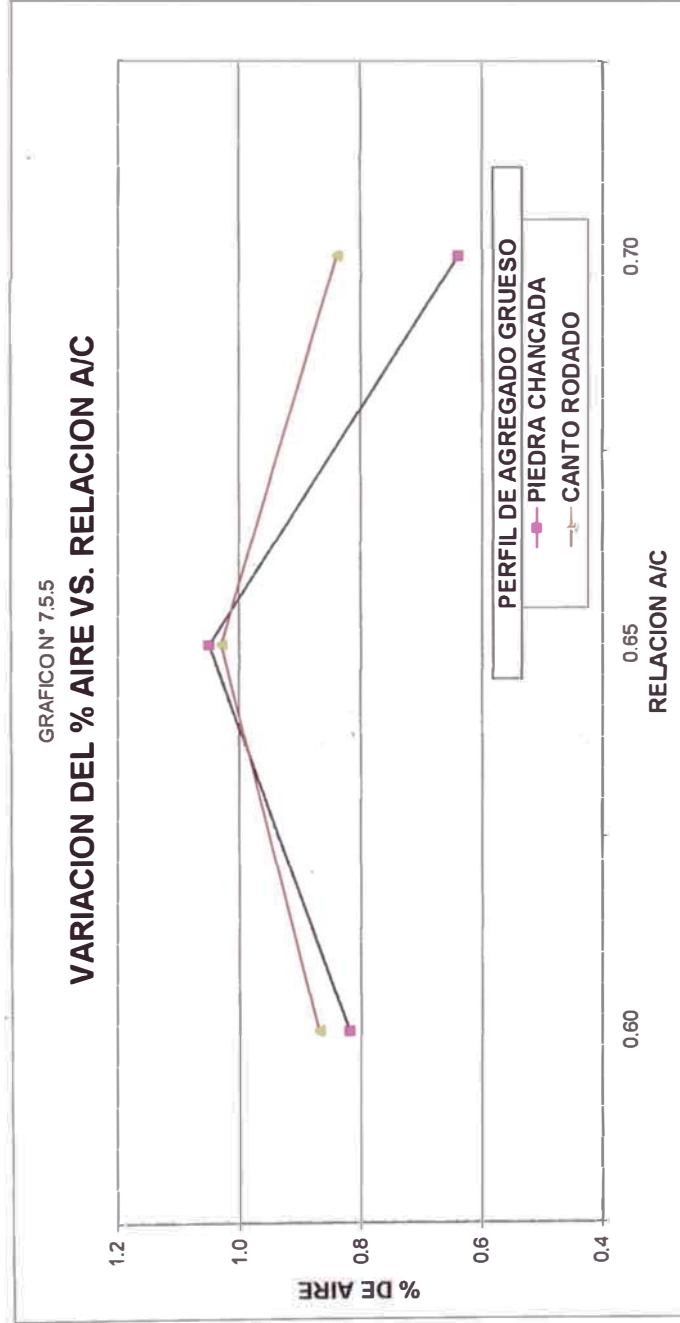
LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa, Piedra Chancada
Canto rodado

Procedencia: Cantera "La Gloria"
Ribera rio "Chillón"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

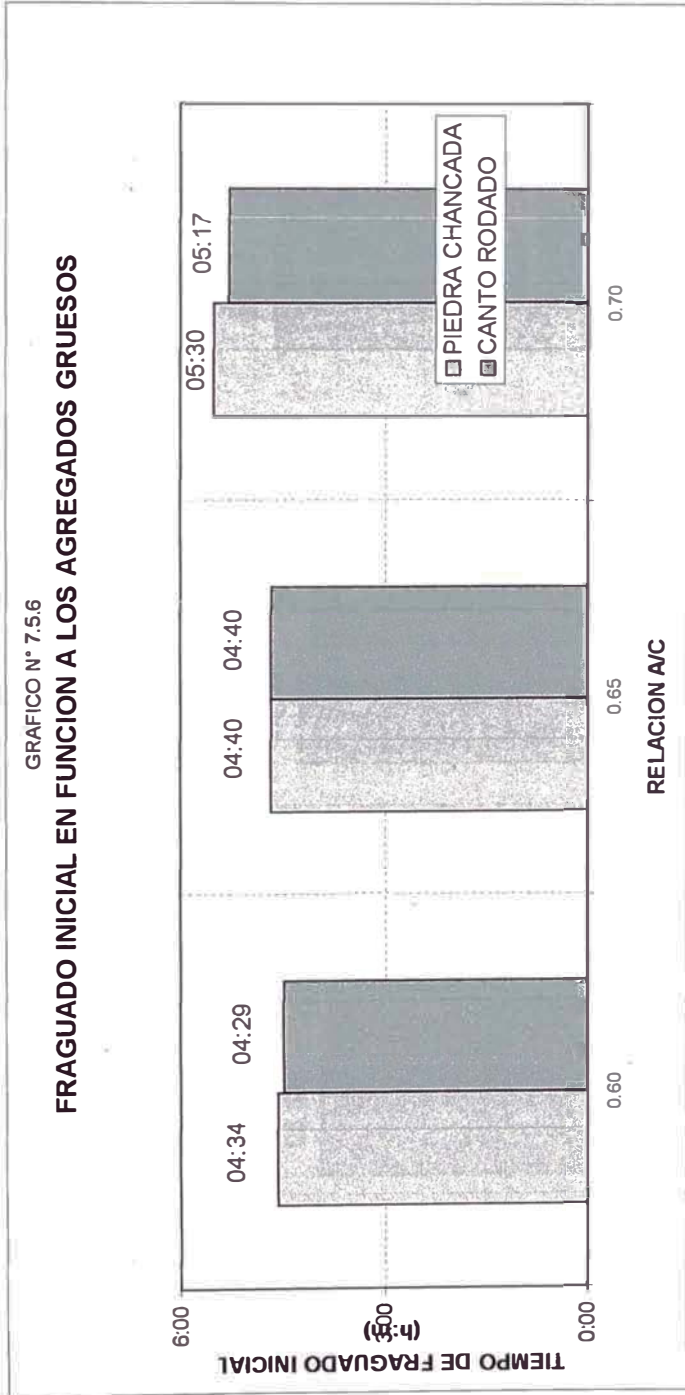
Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

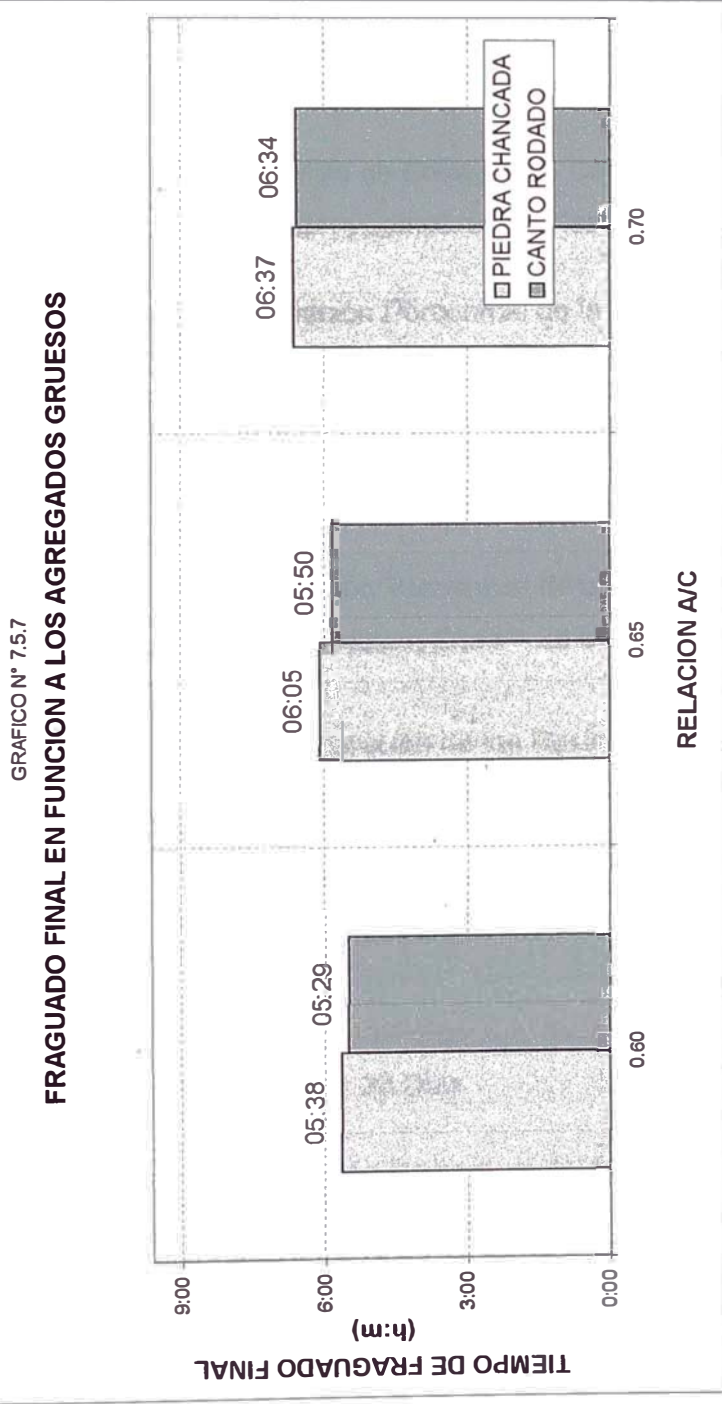


LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa, Piedra Chancada
 Canto rodado
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Ribera rio "Chillón"





LEYENDA

Agregados:
 Agregado fino: Arena Gruesa.
 Agregado Grueso: Canto Rodado.
 Agregado Grueso: Piedra chancada
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia:
 Cantera "La Gloria"
 Ribera río Chillón
 Cantera "La Gloria"

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I" Rodolfo Garmana Villacorta

7.6 CUADROS Y GRAFICOS COMPARATIVOS DEL CONCRETO ENDURECIDO.-

- 7.6.1 Análisis de Ensayos de Concreto al estado endurecido
(Perfil de canto rodado; cuadro comparativo)
- 7.6.2 Análisis de Ensayos de Concreto al estado endurecido
(Cuadro comparativo; Resumen)
- 7.6.3 Variación Porcentual de la Resistencia a la
Compresión; Edad = 7 Días
- 7.6.4 Variación Porcentual de la Resistencia a la
Compresión; Edad = 14 Días
- 7.6.5 Variación Porcentual de la Resistencia a la
Compresión; Edad = 28 Días
- 7.6.6 Comparación de las Resistencias a la Compresión por
perfil de agregado, variando el tiempo de curado
- 7.6.7 Variación Porcentual de la Resistencia a la Tracción;
Edad = 28 Días
- 7.6.8 Variación Porcentual de la Resistencia a la Flexión;
Edad = 28 Días
- 7.6.9 Variación Porcentual del Módulo Elástico Estático;
Edad = 28 Días

- 7.6.1 Comparación Gráfica de Resistencia a la Compresión del concreto: piedra chancada y canto rodado.
Resistencia a la Compresión $a/c = 0.60$
- 7.6.2 Comparación Gráfica de resistencia a la compresión del concreto: piedra chancada y canto rodado.
Resistencia a la compresión $a/c = 0.65$
- 7.6.3 Comparación Gráfica de Resistencia a la Compresión del concreto: piedra chancada y canto rodado.
Resistencia a la compresión $a/c = 0.70$
- 7.6.4 Resistencia a la Compresión a los 28 Días vs.
Relación a/c
- 7.6.5 Resistencia a la Tracción de los concretos con distinto agregado grueso. Edad = 28 Días
- 7.6.6 Resistencia a la Flexión de los concretos con distinto agregado grueso. Edad = 28 Días
- 7.6.7 Módulo Elástico Estático de los concretos con distinto agregado grueso. Edad = 28Días

7.7 CUADROS COMPARATIVOS DE COSTO SEGÚN ENSAYO.-

- 7.7.1 Comparación porcentual de costos según ensayo, para un metro cúbico de concreto
- 7.7.2 Costo por m³ del concreto, a iguales resistencias a la compresión y a la flexión en Lima y provincia

CUADRO N° 7.6.1

ANALISIS DE ENSAYOS DE CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO
CUADRO COMPARATIVO

PERFIL AGREGADO	ENSAYOS REALIZADOS	RELACION A/C					
		0.60		0.65		0.70	
		VALOR	como % de Piedra chancada	VALOR	como % de Piedra chancada	VALOR	como % de Piedra chancada
PERFIL AGREGADO CANTO RODADO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (28 DIAS)	342.66	99.50	297.39	98.96	263.56	97.56
	RESISTENCIA A LA TRACCION	28.00	89.46	26.30	86.51	25.80	87.46
	RESISTENCIA A LA FLEXION	42.21	92.67	35.70	89.12	33.21	87.48
	MODULO ELASTICO ESTATICO	3.00 x 10 ⁴ 5	109.09	2.70 x 10 ⁴ 5	102.66	2.80 x 10 ⁴ 5	112.00

LEYENDA

Agregados:

Agregado fino:

Agregado Grueso:

Agregado Grueso:

Laboratorio:

Procedencia:

Cantera "La Gloria"

Ribera rio Chillón

Cantera "La Gloria"

Arena Gruesa.

Canto Rodado.

Piedra chancada

Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamara Villacorta

CUADRO N° 7.6.3

VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION				
CUADRO DE RESUMEN				
EDAD = 7 DIAS				
RELACION A/C	PERFIL DE AGREGADO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	% RESPECTO A PIEDRA CH.	Δ %
0.60	PIEDRA CHANCADA	246.01	100.00	1.41
	CANTO RODADO	242.53	98.59	
0.65	PIEDRA CHANCADA	236.12	100.00	1.29
	CANTO RODADO	233.08	98.71	
0.70	PIEDRA CHANCADA	212.31	100.00	1.85
	CANTO RODADO	208.39	98.15	

LEYENDA

Agregados

Agregado Grueso :Canto rodado
:Piedra Chancada

Agregado fino: :Arena gruesa

Laboratorio: :Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia

Riberas del Rio Chillón
Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

CUADRO N° 7.6.4

VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION				
CUADRO DE RESUMEN				
EDAD = 14 DIAS				
RELACION A/C	PERFIL DE AGREGADO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	% RESPECTO A PIEDRA CH.	Δ %
0.60	PIEDRA CHANCADA	309.64	100.00	1.86
	CANTO RODADO	303.88	98.14	
0.65	PIEDRA CHANCADA	282.48	100.00	1.03
	CANTO RODADO	279.58	98.97	
0.70	PIEDRA CHANCADA	240.40	100.00	0.73
	CANTO RODADO	238.64	99.27	

LEYENDA

Agregados

Agregado Grueso :Canto rodado

:Piedra Chancada

Agregado fino:

:Arena gruesa

Laboratorio:

:Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia

Riberas del Rio Chillón

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

CUADRO N° 7.6.5

VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION				
CUADRO DE RESUMEN				
EDAD = 28 DIAS				
RELACION A/C	PERFIL DE AGREGADO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	% RESPECTO A PIEDRA CH.	Δ %
0.60	PIEDRA CHANCADA	344.38	100.00	0.50
	CANTO RODADO	342.66	99.50	
0.65	PIEDRA CHANCADA	300.51	100.00	1.04
	CANTO RODADO	297.39	98.96	
0.70	PIEDRA CHANCADA	270.16	100.00	2.44
	CANTO RODADO	263.56	97.56	

LEYENDA

Agregados

Agregado Grueso: Canto rodado
Piedra Chancada

Agregado fino: Arena gruesa

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia

Riberas del Rio Chillón

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

**COMPARACION DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESION POR PERFIL
DE AGREGADO, VARIANDO EL TIEMPO DE CURADO**

1.- RELACION a/c = 0.60

CUADRO N° 7.6.6 - A

Edad (días)	7	14	28
Resistencia perfil angular	246.01	309.64	344.38
Resistencia perfil redondeado	242.53	303.88	342.66
Δ % Respecto al perfil angular	1.41	1.86	0.50

2.- RELACIÓN a/c = 0.65

CUADRO N° 7.6.6 - B

Edad (días)	7	14	28
Resistencia perfil angular	236.12	282.48	300.51
Resistencia perfil redondeado	233.08	279.58	297.39
Δ % Respecto al perfil angular	1.29	1.03	1.04

3.- RELACIÓN a/c = 0.70

CUADRO N° 7.6.6 - C

Edad (días)	7	14	28
Resistencia perfil angular	212.31	240.40	270.16
Resistencia perfil redondeado	208.39	238.64	263.56
Δ % Respecto al perfil angular	1.85	0.73	2.44

CUADRO N° 7.6.7

VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION					
CUADRO DE RESUMEN					
EDAD = 28 DIAS					
RELACION A/C	PERFIL DE AGREGADO	UNIDAD	RESISTENCIA TRACCION	% RESPECTO A PIEDRA CH.	Δ %
0.60	PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	31.30	100.00	
	CANTO RODADO	KG/CM2	28.00	89.46	10.54
0.65	PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	30.40	100.00	
	CANTO RODADO	KG/CM2	26.30	86.51	13.49
0.70	PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	29.50	100.00	
	CANTO RODADO	KG/CM2	25.80	87.46	12.54

LEYENDA

Agregados

Agregado Grueso : Canto rodado

: Piedra Chancada

Agregado fino

: Arena gruesa

Laboratorio:

:Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia

Riberas del Rio Chillón

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

CUADRO N° 7.6.8

VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION					
CUADRO DE RESUMEN					
EDAD = 28 DIAS					
RELACION A/C	PERFIL DE AGREGADO	UNIDAD	RESISTENCIA A LA FLEXION	% RESPECTO A PIEDRA CH.	$\Delta\%$
0.60	PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	45.55	100.00	7.33
	CANTO RODADO	KG/CM2	42.21	92.67	
0.65	PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	40.06	100.00	10.88
	CANTO RODADO	KG/CM2	35.70	89.12	
0.70	PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	37.96	100.00	12.52
	CANTO RODADO	KG/CM2	33.21	87.48	

LEYENDA

Agregados

Agregado Grueso :Canto rodado

Agregado Grueso :Piedra Chancada

Agregado fino :Arena gruesa

Laboratorio: :Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia

Riberas del Rio Chillón

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

CUADRO N° 7.6.9

**VARIACION PORCENTUAL
DEL MODULO ELASTICO ESTATICO**

CUADRO DE RESUMEN

EDAD = 28 DIAS

RELACION A/C	PERFIL DE AGREGADO	UNIDAD	MODULO ELASTICO ESTATICO	% RESPECTO A PIEDRA CH.	Δ %
0.60	PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	275000.0	100.00	
	CANTO RODADO	KG/CM2	300000.0	109.09	9.09 *
0.65	PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	263000.0	100.00	
	CANTO RODADO	KG/CM2	270000.0	102.66	2.66 *
0.70	PIEDRA CHANCADA	KG/CM2	250000.0	100.00	
	CANTO RODADO	KG/CM2	280000.0	112.00	12.00 *

* En estos casos el valor que corresponde al perfil redondeado es mayor respecto al perfil angular

LEYENDA

Agregados

Agregado Grueso: Canto rodado

Agregado Grueso: Piedra chancada

Agregado fino: Arena gruesa

Laboratorio:

Procedencia

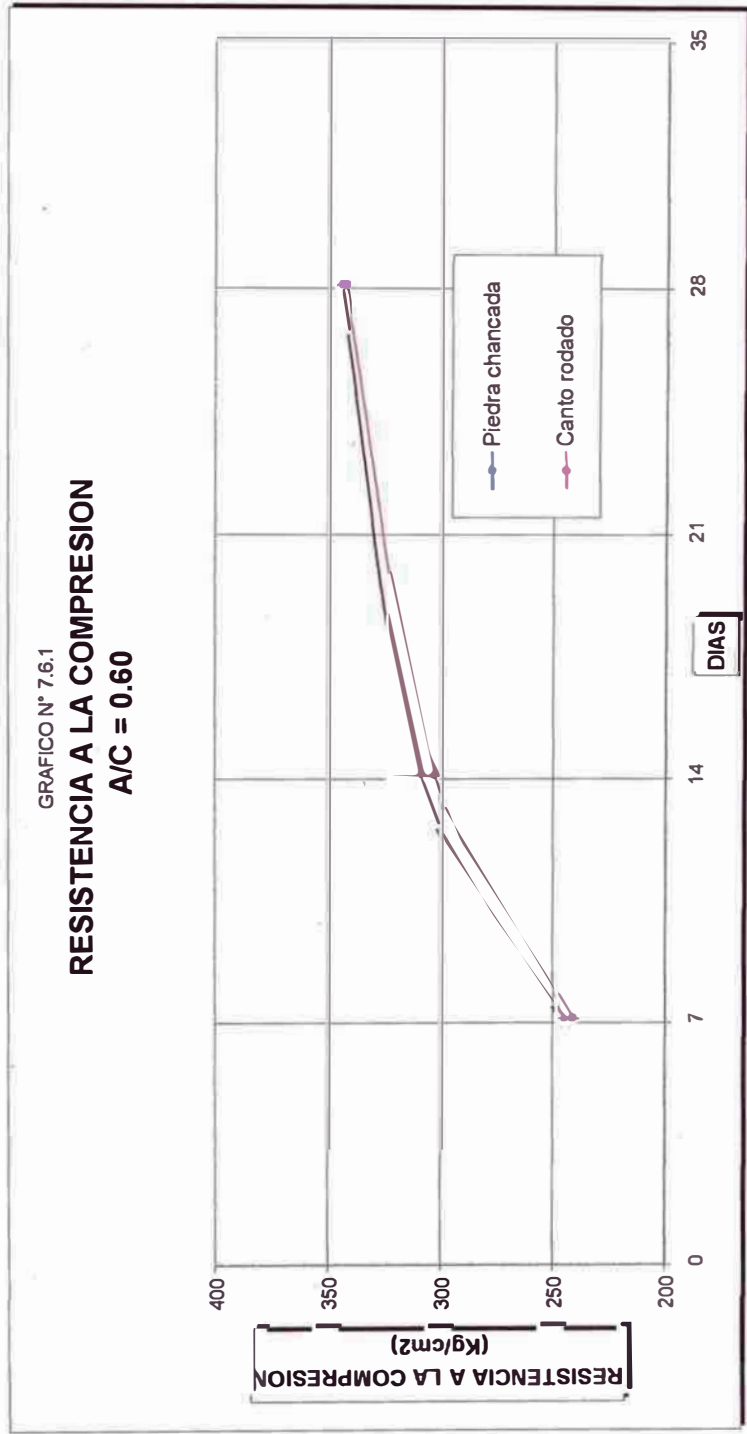
Riberas del Rio Chillón

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

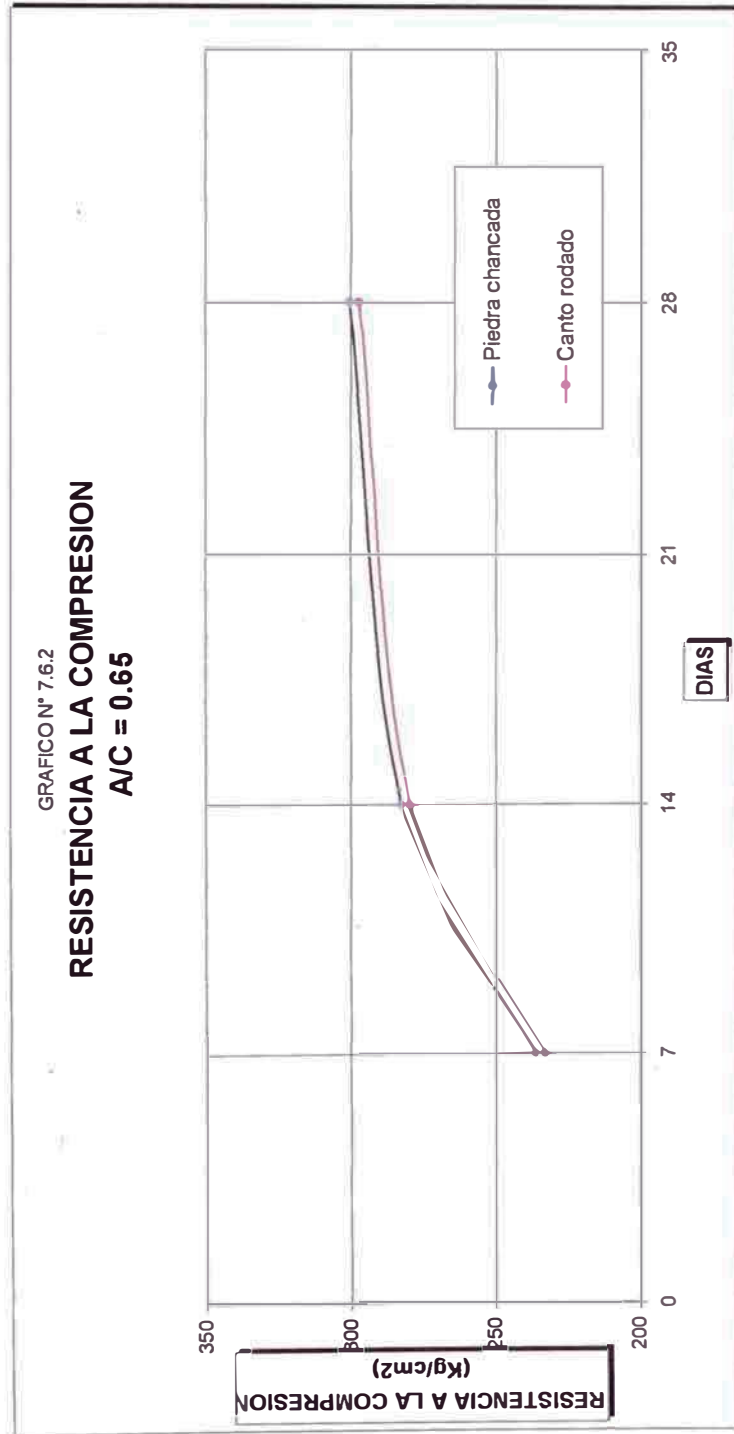
Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

COMPARACION GRAFICA DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DEL CONCRETO
CON PIEDRA CHANCADA Y CANTO RODADO



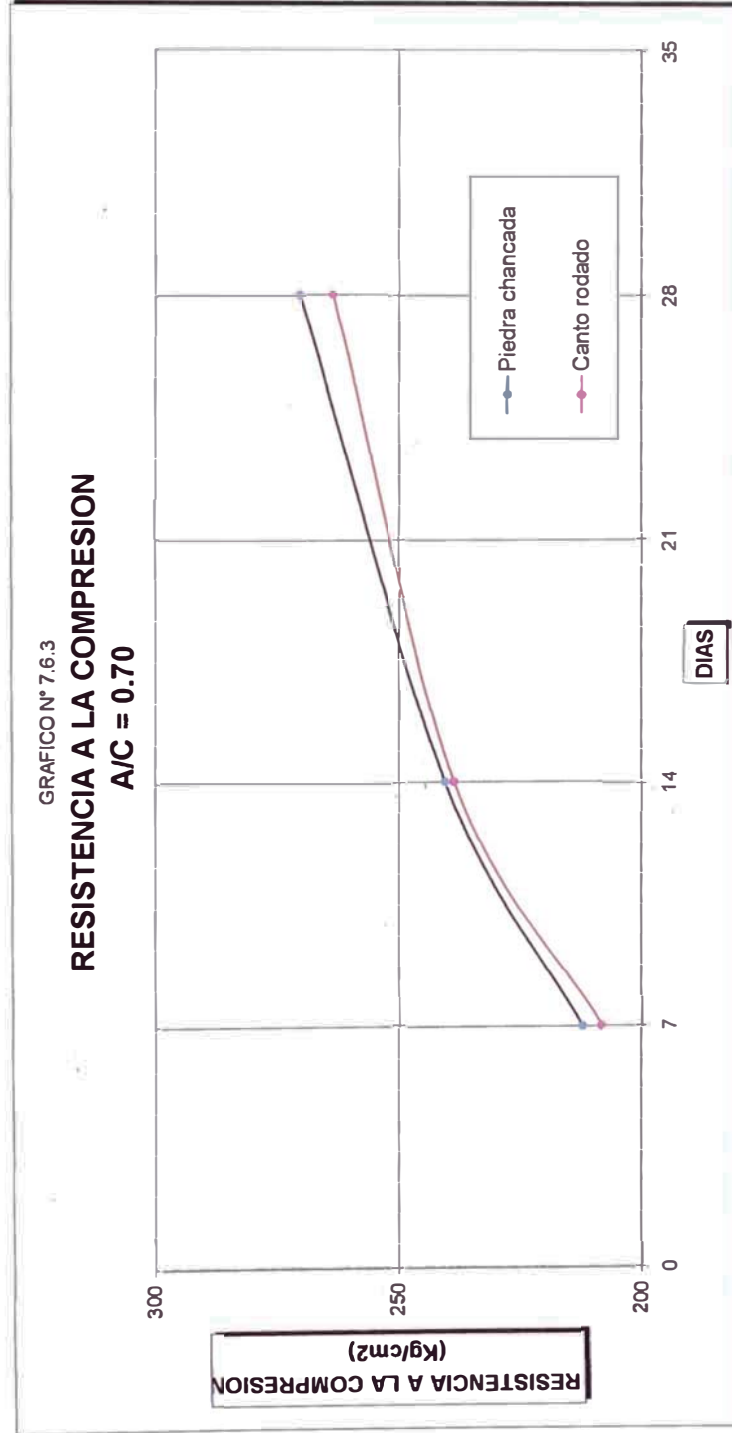
Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

COMPARACION GRAFICA DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DEL CONCRETO
CON PIEDRA CHANCADA Y CANTO RODADO

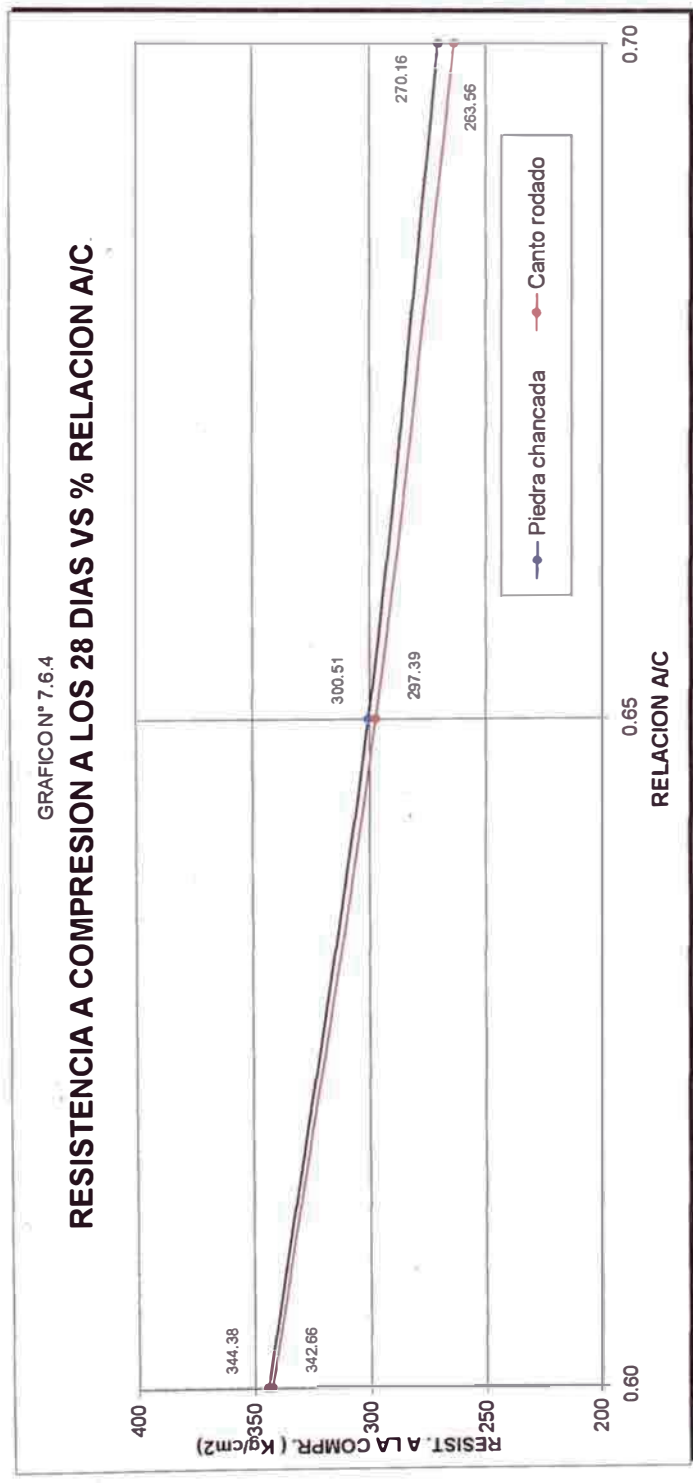


Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

COMPARACION GRAFICA DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DEL CONCRETO
CON PIEDRA CHANCADA Y CANTO RODADO



Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

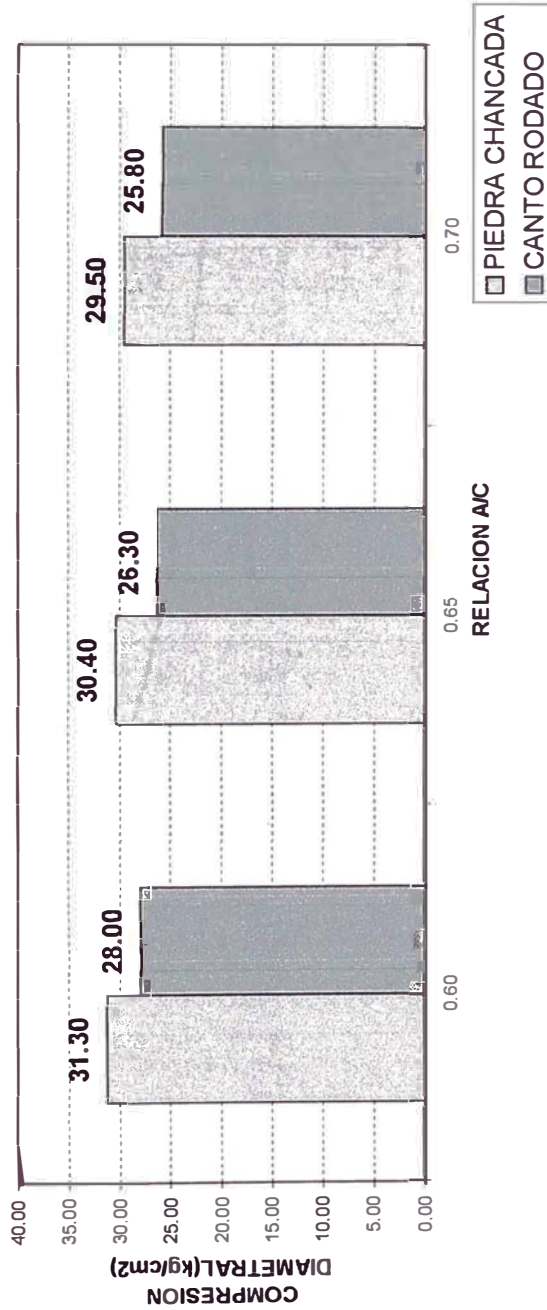


LEYENDA
 Agregados:
 Piedra Chancada y Arena gruesa
 Canto rodado
 Laboratorio:

Procedencia:
 :Cantera la Gloria
 :Ribera rio "Chillon"
 :Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-JUNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
 Rodolfo Gamara Villacorta

GRAFICO N° 7.6.5
RESISTENCIA A LA TRACCION DE LOS CONCRETOS CON DISTINTO
AGREGADO GRUESO
EDAD = 28 DIAS



LEYENDA

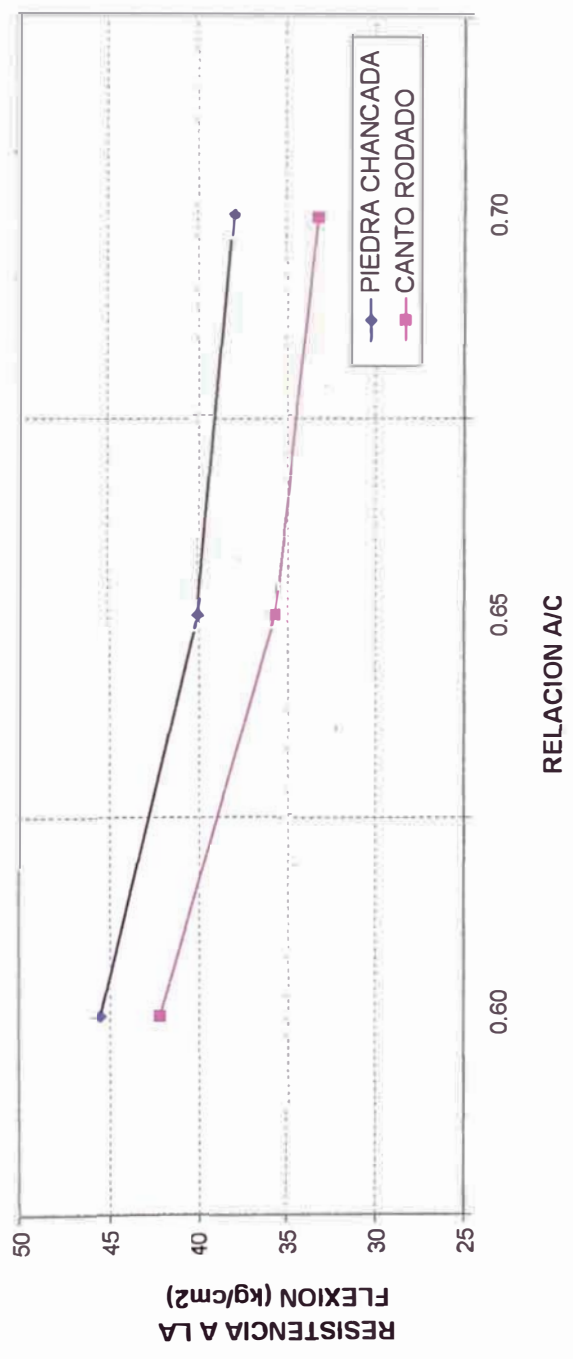
Agregados:
 Piedra Chancada y Arena gruesa
 Canto rodado
 Laboratorio:

Procedencia:
 :Cantera la Gloria
 :Ribera río "Chillón"
 :Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
 Rodolfo Gamarra Villacorta

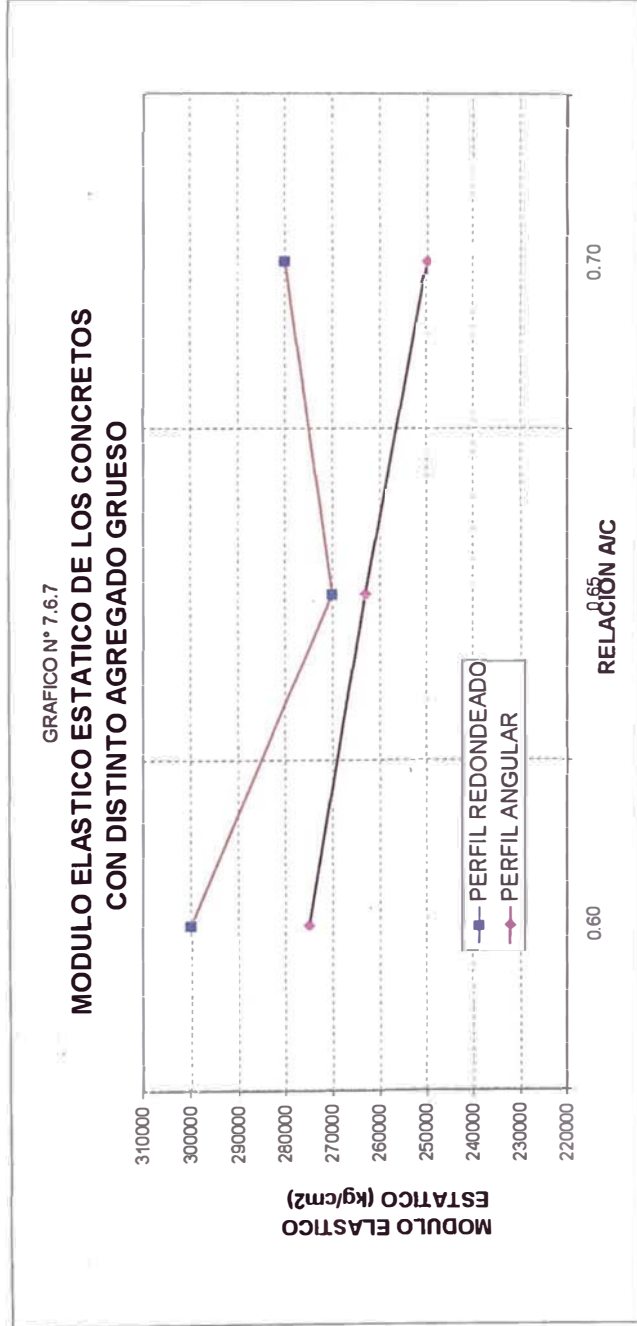
**RESISTENCIA A LA FLEXION DE LOS CONCRETOS
CON DISTINTO AGREGADO GRUESO**

GRAFICO N° 7.6.6



LEYENDA
 Agregados: Procedencia
 Agregado Grueso: Piedra Chancada Cantera "La Gloria"
 Canto rodado Ribera rio "Chillon"
 Agregado fino : Arena Gruesa Cantera "La Gloria"
 Laboratorio : Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
 Rodolfo Gamara Villacorta



Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

COMPARACION PORCENTUAL DE COSTOS SEGÚN ENSAYO PARA 1 M3 DE CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION

CUADRO N° 7.7.1 - A

Perfil	Δ máx a cubrir en resistencia	Δ Bol / m3	% adicional en cemento	Costo (S/.)	% Costo	Δ % Costo	Δ Bol / m3 en costo final
Angular	2.44%			117.84	100.00		
Redondeado		0.16	2.50	113.74	96.52	3.48	0.30

RESISTENCIA A LA TRACCION

CUADRO N° 7.7.1 - B

Perfil	Δ máx a cubrir en resistencia	Δ Bol / m3	% adicional en cemento	Costo (S/.)	% Costo	Δ % Costo	Δ Bol / m3 en costo final
Angular				130.92	100.00		
Redondeado	13.50%	1.07	15.60	134.58	102.80	2.80	0.27

RESISTENCIA A LA FLEXION

CUADRO N° 7.7.1 - C

Perfil	Δ máx a cubrir en resistencia	Δ Bol / m3	% adicional en cemento	Costo (S/.)	% Costo	Δ % Costo	Δ Bol / m3 en costo final
Angular				117.84	100.00		
Redondeado	12.50%	0.89	14.30	123.64	104.92	4.92	0.43

El costo es a iguales resistencias, según el ensayo ; adicionándole el diferencial en bolsas de cemento en soles

COSTOS POR M3 DEL CONCRETO SEGÚN EL TIPO DE PERFIL DE AGREGADO, A IGUALES RESISTENCIAS A LA COMPRESION Y A LA FLEXION

Lima

CUADRO N° 7.7.2 - A

Costo del agregado (S/.)		Costo del Concreto (S/.)			
Agregado Chancado	Observación	Resistencias	Concreto con Piedra chancada	Concreto con Canto rodado	Observación
S/. 42/m3	Canto rodado cuesta menos	Compresión	S/. 117.84/m3	S/. 113.74/m3	Concreto con canto rodado cuesta menos
		Flexion	S/. 117.84/m3	S/. 123.64/m3	Concreto con canto rodado cuesta mas

Provincia

CUADRO N° 7.7.2 - B

Volumen	Costo del agregado (S/.)		Resistencias	Costo del Concreto (S/.)		Observación
	Agregado Chancado	Agregado Canto Rodado		Concreto con Piedra Chancada	Concreto con Canto rodado	
100m3	S/. 21061.64/m3	S/. 29.75/m3	Compresión	S/. 7216.75/m3	S/. 134.89/m3	Concreto con canto rodado cuesta menos
			Flexión	S/. 7216.75/m3	S/. 146.49/m3	
			Compresion	S/. 163.17/m3	S/. 134.89/m3	
23520m3 *	S/. 89.5/m3	S/. 29.75/m3	Flexion	S/. 163.17/m3	S/. 146.49/m3	

* Volumen mínimo de producción que se requiere para alquilar una chancadora

CAPITULO VIII

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPITULO VIII

ANALISIS DE RESULTADOS

8.1 INTRODUCCION.-

En la presente tesis "Efectos del Perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I", considerando $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 , y los agregados de perfiles redondeado y angular, así como un asentamiento entre 3" y 4"; veremos primero los análisis de resultados de los agregados, a través de las propiedades físicas estudiadas como: granulometría, superficie específica, módulo de finura, peso específico, peso unitario suelto y compactado, contenido de humedad, porcentaje de absorción, tamaño máximo y tamaño máximo nominal.

Luego se realizaron los análisis de los ensayos del concreto en sus estados fresco y endurecido.

En las propiedades del estado fresco: consistencia, fluidez, exudación, peso unitario, contenido de aire, y tiempo de fraguado.

En las propiedades del concreto endurecido: resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral, resistencia a la flexión, y módulo elástico estático

Para la comparación porcentual entre el concreto con agregado grueso de perfil redondeado respecto al concreto con agregado de perfil angular, en los estados fresco y endurecido se ha considerado al caso del perfil angular como un 100%.

El agregado grueso de perfil angular así como el agregado fino fueron obtenidos de la cantera "La Gloria" y el agregado de perfil redondeado de las riberas del río Chillón.

8.2 ANALISIS DE RESULTADOS DE LOS AGREGADOS

1.-Granulometría

Las granulometrías en los agregados fino y grueso (perfil redondeado y perfil angular), cumplen con los límites establecidos por las Normas NTP 400.037, NTP 400.012 y ASTM C – 33.

2.-Superficie Específica

Confirmando la teoría vemos en nuestros resultados que la superficie específica del agregado fino es mayor a la del agregado grueso y, para éste, la del agregado grueso de perfil redondeado es menor a la del agregado grueso de perfil angular.

3.-Modulo de Finura

Como era de esperarse, el Módulo de finura del agregado fino es menor al del agregado grueso; mientras que descubrimos que el módulo de finura del agregado grueso de perfil redondeado es ligeramente mayor al Módulo de finura del agregado grueso de perfil angular, esto, debido a la mayor presencia de agregados de mayor tamaño (1" y 1 ½") en la granulometría del agregado de perfil redondeado.

También vemos que el Módulo de finura del agregado fino es igual a 3.08, valor comprendido en el intervalo recomendable de 2.3 y 3.1

4.-Peso Específico

De los valores hallados en el laboratorio vemos que el peso específico del agregado grueso de perfil redondeado es menor al peso específico del agregado fino y éste a su vez es menor al peso específico del agregado de perfil angular.

Además se cumple que dichos pesos específicos se encuentran en el intervalo 2.6 – 3.0, intervalo usual de valores conocidos.

5.-Peso Unitario (Suelto y Compactado)

Según nuestros resultados de laboratorio, hallamos que el peso unitario del agregado fino es mayor al peso unitario del agregado grueso cumpliéndose además la afirmación teórica de que el peso unitario del agregado grueso de perfil redondeado es mayor al peso unitario del agregado grueso de perfil angular (siempre, tanto en suelto como en compactado).

6.-Contenido de Humedad y Porcentaje de Absorción

Vemos que tanto para el agregado grueso como para el agregado fino el porcentaje de absorción es mayor que el contenido de humedad, lo que significa que estos agregados se encontraban en un inicio en un estado semiseco o secado al ambiente, y que por tanto van a quitar agua a la mezcla, como se verifica en el diseño de ésta.

7.-Tamaño Máximo y Tamaño Máximo Nominal

Según las granulometrías de los dos tipos de agregados (de perfil redondeado y de perfil angular) vemos que los agregados de perfil redondeado y perfil angular son del mismo tamaño máximo (2")

También, es el agregado de perfil redondeado el de mayor tamaño máximo nominal (1 ½") respecto al del perfil angular (1").

	Canto Rodado	Perfil Angular
T.M.	2"	2"
T.M.N.	1 ½"	1"

8.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL CONCRETO EN LOS ESTADOS FRESCO Y ENDURECIDO

8.3.1 EN EL CONCRETO FRESCO

8.3.1.1 CONSISTENCIA

1. **Relación a/c = 0.60.**- el asentamiento del concreto con agregado de perfil redondeado es igual a 3 1/2" sobre 3 1/4" del perfil angular estando el perfil redondeado en el orden de 107.69% respecto al perfil angular.

Relación a/c = 0.65.-El concreto con agregado de perfil redondeado presenta un asentamiento de 3 1/4" sobre 3 3/4" del concreto con agregado de perfil angular, estando el perfil redondeado en el orden de 86.67% respecto al perfil angular.

Relación a/c = 0.70.- El asentamiento del concreto con agregado de perfil redondeado es igual respecto al referido al perfil angular y resulta ser de 3 1/2"

2. Las diferencias porcentuales oscilan entre 0% y 13.33%, respecto al perfil angular ,según el gráfico N° 7.5.1
3. El requerimiento de agua estuvo determinado para que los asentamientos estén en el rango de 3" a 4", lo cual se logró. Este rango corresponde a consistencias plásticas; recomendables en columnas, muros, losas, etc.

8.3.1.2 FLUIDEZ

1. **Relación a/c = 0.60.**- El concreto con agregado de perfil redondeado genera una fluidez de 83.60 frente a la del perfil

angular que es igual a 82.40, estando el perfil redondeado en el orden de 101.46% respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.65.- el agregado de perfil redondeado genera una fluidez de 86.93 frente a la del perfil angular que es de 86.40, estando el perfil redondeado en el orden de 100.61% respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.70.- el concreto con agregado de perfil redondeado tiene una fluidez de 85.87 frente a la del perfil angular que es igual a 88.93, estando el perfil redondeado en el orden de 96.56% respecto al perfil angular

2. Las diferencias porcentuales oscilan entre 0.61% y 3.44% respecto al perfil angular según se vé en el gráfico N° 7.5.2

8.3.1.3 EXUDACIÓN

1.Relación a/c = 0.60.- La exudación del concreto con agregado de canto rodado es igual a 0.55 y la referida al perfil angular igual a 0.59, estando el perfil redondeado en el orden de 93.22% respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.65.-La exudación del concreto con agregado de perfil redondeado es igual a 0.68 y la referida al perfil angular igual a 0.61, estando el perfil redondeado en el orden de 111.48% respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.70.-La exudación del concreto con agregado canto rodado es igual a 0.64 y la referida al perfil angular igual a 0.51, estando el perfil redondeado en el orden de 125.49% respecto al perfil angular

2. Las diferencias porcentuales oscilan entre 6.78% y 25.49% respecto al perfil angular según se ve en el gráfico N° 7.5.3

8.3.1.4 PESO UNITARIO

1. **Relación a/c = 0.60** .-El peso unitario alcanzado por el concreto con agregado de perfil redondeado es de 2264.78 Kg/m³ y el referido al perfil angular es de 2352.25 Kg/m³, estando el perfil redondeado en el orden de 96.28% respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.65.- El peso unitario referido al perfil redondeado es de 2282.51Kg/m³, y el referido al perfil angular es de 2361.70Kg/m³, estando el perfil redondeado en el orden de 96.65% respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.70.- El peso unitario referido al perfil redondeado es igual a 2280.14 Kg/m³, mientras que el referido al perfil angular es de 2371.16 Kg/m³, estando el perfil redondeado en el orden de 96.16% respecto al perfil angular

2. Las diferencias porcentuales oscilan entre 3.35% y 3.84% respecto al perfil angular, según se ve en el gráfico N° 7.5.4

8.3.1.4 CONTENIDO DEL AIRE

1. **Relación a/c = 0.60.**- El contenido de aire referido al perfil redondeado es igual a 0.87, mientras que el referido al perfil

angular es de 0.82, estando el generado por el perfil redondeado en el orden de 106.10%. respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.65.-El contenido de aire referido al perfil redondeado es igual a 1.03, y el referido al perfil angular es de

1.05, estando el generado por el perfil redondeado en el orden de 98.10%. respecto al perfil angular

Relación a/c =0.70.- El contenido de aire referido al perfil redondeado es de 0.84, mientras que el correspondiente al perfil angular es de 0.64, estando el generado por el perfil redondeado en el orden de 131.25% respecto al perfil angular

2. Las diferencias porcentuales oscilan entre 1.90% y 31.25% respecto al perfil angular según se aprecia en el gráfico N° 7.5.5

8.3.1.6 TIEMPO DE FRAGUADO

1. TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL

1.1 Relación a/c = 0.60.- El concreto con agregado de perfil redondeado genera un tiempo de fraguado inicial de 04:29, mientras el tiempo de fraguado inicial referido al perfil angular es de 04:35; estando el perfil redondeado en el orden de 97.82% respecto al perfil angular

1.2 Relación a/c = 0.65.- El tiempo de fraguado para el concreto con agregado de perfil redondeado es igual a 04:41 y para el referido al perfil angular es igual a 04:40; estando el perfil redondeado en el orden de 100.36% respecto al perfil angular

1.3 Relación a/c = 0.70.- El tiempo de fraguado del concreto con agregado de perfil redondeado es igual a 05:17, y el referido al perfil angular es igual a 05:30; estando el perfil redondeado en el orden de 96.06% respecto al perfil angular

1.4 Las diferencias porcentuales oscilan entre 0.36% y 3.94% respecto al perfil angular según se ve en el gráfico N° 7.5.6

2. TIEMPO DE FRAGUADO FINAL

2.1 Relación a/c = 0.60.- El concreto con agregado de perfil redondeado genera un tiempo de fraguado final igual a 05:29, mientras el referido al perfil angular es de 05:38; estando el perfil redondeado en el orden de 97.34% respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.65.- El tiempo de fraguado final del concreto con agregado de perfil redondeado es igual a 05:50 y para el referido al perfil angular es igual a 06:05; estando el perfil redondeado en el orden de 95.89% respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.70.- El tiempo de fraguado final del concreto con agregado de perfil redondeado es igual a 06:34 y el referido al perfil angular es igual a 06:37; estando el perfil redondeado en el orden de 99.24% respecto al perfil angular

2.2 Las diferencias porcentuales oscilan entre 0.76% y 4.11% respecto al perfil angular según se aprecia en el gráfico N° 7.5.7

8.3.2 EN EL CONCRETO ENDURECIDO

8.3.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

1. **Relación a/c = 0.60.-** Las resistencias a la compresión del concreto elaborado con agregado grueso de perfil redondeado, para las edades de 7, 14 y 28 días están en el orden de 98.59 %, 98.14% (máx. diferencia) y 99.50 % (mín. diferenc.) respectivamente, resultando ser menores respecto al perfil angular.

Relación a/c = 0.65.- Las resistencias a la compresión del concreto elaborado con agregado grueso de perfil redondeado, para las edades de 7, 14 y 28 días están en el orden de 98.71 % (máx.

diferenc.), 98.97% (mín. diferencia) y 98.96 % respectivamente, resultando ser menores respecto al perfil angular.

Relación a/c = 0.70.- Las resistencias a la compresión del concreto elaborado con agregado grueso de perfil redondeado, para las edades de 7, 14 y 28 días están en el orden de 98.15 %, 99.27% (mín. diferencia) y 97.56 % (máx. diferenc.) respectivamente, resultando ser menores respecto al perfil angular.

Las máximas resistencias a los 28 días fueron:

		%P. Chancada	Δ%
a/c = 0.60, perfil angular	= 344.38 Kg./cm ²	100.00	
a/c =0.60, perfil redond.	=342.66 Kg./cm ² .	99.50	0.50

Las mínimas resistencias a los 28 días fueron:

		%P. Chancada	Δ%
a/c = 0.70, perfil angular	= 270.16 kg/cm ²	100.00	
a/c = 0.70, perfil redond.	= 263.56 kg/cm ² .	97.56	2.44

Estos porcentajes (Δ_s) representan la mínima y máxima diferencia porcentual respectivamente, del concreto con agregado de perfil redondeado respecto al concreto con agregado de perfil angular.(para mas detalles ver gráficos N°s 7.6.1, 7.6.2 y 7.6.3)

8.3.2.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

1- Relación a/c = 0.60.- La resistencia a la la tracción por compresión diametral del concreto elaborado con agregado grueso de perfil redondeado, para la edad de 28 días está en el orden de 89.46 %, resultando ser menor, respecto al perfil angular.

Relación a/c = 0.65.- La resistencia a la tracción referida al agregado grueso de perfil redondeado, (edad de 28 días), está en el orden de 86.51%, resultando ser menor, respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.70.- La resistencia a la tracción referida al agregado grueso de perfil redondeado, (edad de 28 días), está en el orden de 87.46%, resultando ser menor, respecto al perfil angular

Las máximas resistencias a la tracción fueron:

		%P. Chancada	$\Delta\%$
a/c = 0.60, edad 28 días, perfil angular	= 31.30 kg/cm ² .	100.00	
a/c = 0.60, edad 28 días, perfil redond.	= 28.00 kg/cm ² .	89.46	10.54

Las mínimas resistencias a la tracción fueron:

		% P. Chancada	$\Delta\%$
a/c = 0.70, edad 28 días, perfil angular	= 29.50 kg/cm ² .	100.00	
a/c = 0.70, edad 28 días, perfil redond.	= 25.80 kg/cm ²	87.46	12.54

El primer porcentaje ($\Delta\% = 10.54\%$) representa la mínima diferencia porcentual. La máxima diferencia ocurre en la relación a/c = 0.65 y es igual a 13.49%, siempre del concreto con agregado de perfil redondeado respecto al concreto con agregado de perfil angular (para mas detalle ver gráfico N° 7.6.5).

8.3.2.3 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

- 1- **Relación a/c = 0.60.-** La resistencia a la flexión del concreto con agregado grueso de perfil redondeado, (edad de 28 días), está en el orden de 92.67%, resultando ser menor, respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.65.- La resistencia a la flexión del concreto con agregado grueso de perfil redondeado, (edad de 28 días), está en el orden de 89.12%, resultando ser menor, respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.65.- La resistencia a la tracción referida al agregado grueso de perfil redondeado, (edad de 28 días), está en el orden de 86.51%, resultando ser menor, respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.70.- La resistencia a la tracción referida al agregado grueso de perfil redondeado, (edad de 28 días), está en el orden de 87.46%, resultando ser menor, respecto al perfil angular

Las máximas resistencias a la tracción fueron:

		%P. Chancada	$\Delta\%$
a/c = 0.60, edad 28 días, perfil angular	= 31.30 kg/cm ² .	100.00	
a/c = 0.60, edad 28 días, perfil redond.	= 28.00 kg/cm ² .	89.46	10.54

Las mínimas resistencias a la tracción fueron:

		% P. Chancada	$\Delta\%$
a/c = 0.70, edad 28 días, perfil angular	= 29.50 kg/cm ² .	100.00	
a/c = 0.70, edad 28 días, perfil redond.	= 25.80 kg/cm ² .	87.46	12.54

El primer porcentaje ($\Delta\% = 10.54\%$) representa la mínima diferencia porcentual. La máxima diferencia ocurre en la relación a/c = 0.65 y es igual a 13.49%, siempre del concreto con agregado de perfil redondeado respecto al concreto con agregado de perfil angular (para mas detalle ver gráfico N° 7.6.5).

8.3.2.3 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

- 1- **Relación a/c = 0.60.-** La resistencia a la flexión del concreto con agregado grueso de perfil redondeado, (edad de 28 días), está en el orden de 92.67%, resultando ser menor, respecto al perfil angular

Relación a/c = 0.65.- La resistencia a la flexión del concreto con agregado grueso de perfil redondeado, (edad de 28 días), está en el orden de 89.12%, resultando ser menor, respecto al perfil angular

días), está en el orden de 112.00%, resultando ser mayor, respecto al perfil angular

Los máximos módulos elásticos estáticos fueron:

		%P. Chancada	Δ%
a/c = 0.60, edad 28 días, p. angular	= 2.75 x 10 ⁵ kg/cm ² .	100.00	
a/c = 0.60, edad 28 días, p. redond.	= 3.00 x 10 ⁵ kg/cm ² .	109.09	9.09

(redond. es mayor respecto al angular)

Los mínimos módulos elásticos estáticos fueron:

a/c = 0.70, edad 28 días, p. angular	= 2.50 x 10 ⁵ kg/cm ² .
a/c = 0.65, edad 28 días, p. redond.	= 2.70 x 10 ⁵ kg/cm ² .

(redond. es mayor respecto al angular)

La mínima diferencia ocurre en la relación a/c = 0.65 siendo igual a 2.66% y la máxima diferencia ocurre en la relación a/c = 0.70 y es igual a 12.00%, del concreto con agregado de perfil redondeado respecto al concreto con agregado de perfil angular. (para más detalle ver gráfico N° 7.6.7)

1. El módulo elástico estático se puede calcular teóricamente según la expresión:

$$E_c = C \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (1)$$

$$C = 15,000.00$$

$$f'_c = \text{Resistencia a los 28 días}$$

El módulo elástico estático teórico de los concretos con agregado de perfil redondeado para la edad de 28 días y para a/c = 0.70, 0.65 y 0.60 es: 99%, 99.62% y 100% respectivamente, respecto al perfil angular. El agregado de perfil redondeado genera un módulo teórico ligeramente menor respecto al referido al perfil angular.

- Para cada tipo de concreto, se cumple que, si a/c disminuye, el modulo elástico teórico aumenta (para mas detalles ver cuadros N° 7.4.7 y 7.4.8).

8.4 ANALISIS DE COSTO

- A iguales resistencias a la compresión, el concreto con agregado de perfil redondeado, genera menor costo con respecto al perfil angular, como sigue:

Para a/c = 0.60: para el concreto referido al perfil redondeado se tiene S/. 135.64/m³ c. y para el concreto con agregado de perfil angular se tiene S/. 141.52 /m³ c. alcanzando un 95.85% en costo respecto al perfil angular

Para a/c = 0.65: para el concreto referido al perfil redondeado se tiene S/. 121.05/m³ c. y para el concreto con agregado de perfil angular se tiene S/. 130.92 /m³ c. alcanzando un 92.46% en costo respecto al perfil angular

Para a/c = 0.70: para el concreto referido al perfil redondeado se tiene S/. 113.74/m³ c. y para el concreto con agregado de perfil angular se tiene S/. 117.84 /m³ c. alcanzando un 96.52% en costo respecto al perfil angular

Habiéndose necesitado como máximo de 0.16 bol /m³ c. para igualar resistencias.

- A iguales resistencias a la tracción, el concreto con agregado de perfil redondeado, genera mayor costo con respecto al perfil angular, como sigue:

Para el caso más crítico (a/c = 0.65): el concreto referido al perfil redondeado tiene un costo de S/.134.58/m³ c. y el concreto con agregado de perfil angular tiene un costo de S/.130.92 /m³ c. alcanzando un 102.80% en costo respecto al perfil angular

Habiéndose necesitado de 1.07 bol /m³ c. para igualar resistencias.

- A iguales resistencias a la flexión, el concreto con agregado de perfil redondeado, genera mayor costo con respecto al perfil angular, como sigue:
Para el caso más crítico ($a/c = 0.70$): el concreto referido al perfil redondeado tiene un costo de S/.123.64/m³ c. y el concreto con agregado de perfil angular tiene un costo de S/.117.84 /m³ c. alcanzando un 104.92% en costo respecto al perfil angular
Habiéndose necesitado de 0.89 bol /m³ c. para igualar resistencias.
- Para el módulo elástico estático, el concreto con agregado de perfil redondeado, genera mayor módulo con respecto al perfil angular.
- La diferencia en soles respecto al monto total de una obra específica es en promedio de 0.30% del costo directo
- La variación costo - resistencia a la compresión, del concreto con agregado de perfil redondeado respecto al concreto con agregado de perfil angular es de 3.77 %
- La comparación del costo por m³ del concreto con agregado de canto rodado a iguales resistencias respecto al concreto con piedra chancada, así como el precio de la adquisición de agregado canto rodado y agregado chancado, en Lima y en provincia se detalla en los cuadros adjuntos. (Ver cuadro Nº 7.7.2). (Se ha considerado para el caso de provincia un precio promedio para el cemento Portland tipo I)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta presente tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I", en donde se ha considerado $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 , y los agregados de perfiles angular y redondeado, así como un asentamiento entre 3" y 4"; luego de haber detallado los resultados obtenidos en el laboratorio, procederemos a obtener las conclusiones que de ellos se derivan, tanto para el concreto fresco, en las propiedades de: consistencia, fluidez, exudación, peso unitario, contenido de aire, y tiempo de fraguado; como para el concreto endurecido, en las propiedades de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral, resistencia a la flexión y módulo elástico estático.

Estas conclusiones se hicieron atendiendo siempre a la relación a/c y al tipo de perfil de agregado grueso.

Finalmente para cada propiedad del concreto tanto en el estado fresco como en el endurecido, se hicieron recomendaciones prácticas, atendiendo siempre a la relación a/c y al tipo de perfil del agregado grueso.

CONCLUSIONES

A través de los resultados del presente trabajo se ha patentizado cuantitativamente la influencia del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia. La presente tesis es un aporte junto con otros trabajos pasados realizados en la F.I.C. sobre el tema tratado, demostrando como veremos más adelante, estar en la tendencia descrita por dichos estudios y por el ámbito internacional. Seguidamente se verá en forma detallada la influencia del perfil del agregado grueso en los estados fresco y endurecido del concreto de baja resistencia.

1. Los concretos fabricados con agregado de perfil redondeado tienen para el $a/c = 0.70$ iguales asentamientos respecto al perfil angular y conforme disminuye el a/c (0.65 y 0.60) adquieren un valor porcentual de 87% y 108% respectivamente, adquiriendo una tendencia aleatoria.
2. El peso unitario en los concretos con agregado de perfil redondeado para $a/c = 0.70$ alcanza el 96.00% respecto al perfil angular, y conforme disminuye el a/c (0.65 y 0.60) esta tendencia se mantiene.
3. El tiempo de fraguado inicial en los concretos con agregado de perfil redondeado para $a/c=0.70$ alcanza el 96% respecto al perfil angular, mientras que en el tiempo de fraguado final alcanza el 99.00% con respecto al perfil angular. Conforme disminuye el a/c (0.65 y 0.60) esta tendencia se mantiene en ambos casos.
4. La fluidez de los concretos con agregado de perfil redondeado para $a/c = 0.70$ es 96.60% con respecto al perfil angular y conforme disminuye el a/c de 0.65 a 0.60 crece en 101% y 102% respectivamente, adquiriendo una tendencia aleatoria

5. La exudación en los concretos fabricados con agregado de perfil redondeado para $a/c = 0.70$ es de 125% con respecto al perfil angular y conforme disminuye el a/c de 0.65 a 0.60 varía en 111% y 93% respectivamente, adquiriendo una tendencia aleatoria.
6. El contenido de aire en los concretos elaborados con agregado de perfil redondeado para $a/c = 0.70$ es de 131% con respecto al perfil angular; conforme el a/c disminuye de 0.65 a 0.60 varía en 98% y 106% respectivamente, adoptando una tendencia aleatoria
7. Las resistencias a la compresión de los concretos con agregado grueso de perfil redondeado para $a/c = 0.70$ y para las edad de 28 días es de 97.56% con respecto al perfil angular; conforme disminuye a/c de 0.65 a 0.60 es de 99.00% y 99.50% respectivamente; el perfil redondeado genera menor resistencia que el perfil angular, manteniéndose la tendencia.
8. La resistencia a la tracción por compresión diametral en los concretos con agregado de perfil redondeado (28 días), para $a/c = 0.70$ es del 87.50% respecto al perfil angular. Conforme disminuye el a/c , el perfil redondeado genera concreto de menor resistencia que el perfil angular, manteniéndose esta tendencia.
9. La resistencia a la flexión de los concretos con agregado de perfil redondeado (28 días) para $a/c = 0.70$ alcanza el 87.50% respecto al perfil angular. Conforme disminuye el a/c , el agregado de perfil redondeado genera concreto de menor resistencia que el agregado de perfil angular, manteniéndose esta tendencia.
10. El módulo elástico estático de los concretos con agregado de perfil redondeado (28 días) para $a/c = 0.70$, 0.65 y 0.60 alcanza el 108% respecto al perfil angular. Conforme disminuye el a/c el agregado de perfil redondeado genera mayor módulo elástico que el agregado de perfil angular, manteniéndose la tendencia.

11. El costo de los concretos con agregado de perfil redondeado para $a/c = 0.70, 0.65$ y 0.60 disminuye al 95% con respecto al perfil angular, con una diferencia de 0.50 bol / m³ c. Siendo en promedio de S/. 123.50/m³ para el agregado de perfil redondeado y de S/.130.10/m³ para el agregado de perfil angular.

12. En resumen, el concreto fabricado con agregado de perfil redondeado tiene menor eficiencia en el concreto endurecido (excepto para el módulo elástico estático), respecto al agregado de perfil angular y genera menor costo (a igualdad de resistencias) en el caso de la compresión y en el caso del módulo elástico estático respecto al perfil angular

Se concluye que el concreto con agregado de perfil redondeado puede ser utilizado debido a que alcanza el 98.70% de resistencia a la compresión (28 días) respecto a la piedra chancada y estando en costo en el orden de 5% menos respecto a la piedra chancada. En zonas alejadas de las ciudades es conveniente el uso del agregado de perfil redondeado debido a su disponibilidad.

CONCLUSIONES DE TESIS ANTERIORES

Según tesis anteriores como:

- 1.)- "Influencia del perfil del agregado sobre las propiedades del concreto", Ramón S. Calixto Ames, 1975 (a/c = 0.48, 0.62 y 0.80)
- 2.)- "Efecto del perfil del agregado sobre el incremento de la resistencia del concreto en el tiempo", Jorge F. Tantaleán Ghiglino, 1975 (a/c = 0.62).
- 3.)- "Influencia del perfil y tamaño del agregado en concreto de alta resistencia", Julián J. Mendoza Flores, 1977 (a/c = 0.40, T.M. = 1", 3/4" y 1/2"); y
- 4.)- "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades de los concretos preparados empleando cementos puzolánicos", Sonia I. Ramos Aparicio, 1992, (a/c = 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70)

En donde se ha estudiado el comportamiento del concreto con distinto perfil de agregado grueso, se puede llegar a la siguiente conclusión integral:

Concreto fresco:

- Los resultados de los ensayos de asentamiento y de fluidez del concreto con perfil redondeado son mayores que el concreto con perfil angular.
- El peso unitario del concreto con perfil redondeado es menor que el concreto con perfil angular
- La exudación y el contenido de aire del concreto con perfil redondeado son mayores y menores conforme se varía el a/c respecto al concreto con agregado de perfil angular, adquiriendo características aleatorias

Concreto endurecido:

- En la resistencia a la compresión: los valores obtenidos en el concreto elaborado con agregado grueso de perfil redondeado son menores respecto al elaborado con agregado de perfil angular, para todos los a/c de las tesis estudiadas
- En la resistencia a la tracción por compresión diametral: los valores obtenidos en el concreto con agregado grueso de perfil redondeado son

menores respecto al elaborado con perfil angular para todos los a/c de las tesis estudiadas

- En la resistencia a la flexión: el agregado grueso de perfil redondeado genera igual resistencia respecto a la generada por el perfil angular en la única tesis estudiada para este ensayo (Jorge F. Tantaleán G., 1975).
- En Modulo Elástico Estático: el concreto con agregado de perfil redondeado genera mayor módulo respecto al generado por el perfil angular para todos los a/c de las tesis estudiadas excepto en el trabajo de Sonia Ramos A. (1992), en donde se obtienen valores menores con respecto al concreto con perfil angular
- Costo: se determinó un ahorro de 0.40 bol/m³ concr. (Ramón S. Calixto y Jorge F. Tantaleán G.;1975) y 1.00 bol/m³ concr. (Julián Mendoza F.;1977), en el uso del agregado de perfil redondeado respecto al de perfil angular .

Siempre usáronse en todas las tesis agregados de una sola cantera (de acuerdo a su perfil), así las canteras consideradas fueron en total:

Para agregado fino: Canteras "La Molina" y "San Martín"

Para agregado de perfil angular: Canteras "La Molina" y "La Gloria"

Para agregado de perfil redondeado: "Zona de Monterrico" y "Río Rímac".

En conclusión, las tendencias entre el concreto con perfil redondeado y el concreto con perfil angular son similares en su conjunto, con los resultados obtenidos en la presente tesis.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso del agregado de perfil redondeado en aquellos lugares donde no se cuenta con piedra chancada
2. Se recomienda para el caso de la resistencia a la compresión el uso del agregado de perfil redondeado pues solo implica un mayor uso de cemento para alcanzar las resistencias requeridas con respecto a un concreto con agregado de perfil angular.
El adicional requerido es del 2.50 % en cemento. Siendo menor el costo del m³ de concreto con agregado de perfil redondeado
3. Se recomienda para el caso de la resistencia a la tracción y de fabricación de elementos a flexión (vigas, pistas, etc.) el uso del agregado grueso de perfil redondeado pues sólo implica un mayor uso de cemento para alcanzar las resistencias requeridas con respecto a un concreto con agregado de perfil angular.
El adicional requerido es del 15.60 % en cemento para la tracción y del 14.30 % para la flexión. Siendo el costo del m³ de concreto con agregado de perfil redondeado mayor en ambos casos.
4. Se recomienda el uso alternativo de arena gruesa de cantera de cerro, porque incrementará la eficiencia de la mezcla por su mayor M.F. (≥ 3.00).
5. Se recomienda la explotación de canteras de río para una obra específica pues permitirá un menor costo del concreto y una mayor rapidez en la obtención de los agregados

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

- 1. TITULO** : Influencia del perfil del agregado sobre las propiedades del Concreto
- AUTOR** : Ramón Santos, Calixto Ames
- TESIS** : Universidad Nacional de Ingeniería; Lima Perú. 1975
- BIBLIOTECA** : UNI-FIC
- CONTENIDO** : Efectos del agregado de perfil variable sobre el Concreto
-
- 2. TITULO** : Efectos del Perfil del Agregado Sobre el incremento de la resistencia del concreto en el tiempo
- AUTOR** : Jorge Fernando, Tantaleán Ghiglino
- TESIS** : Universidad Nacional de Ingeniería; Lima -Perú.1975
- BIBLIOTECA** : UNI - FIC
- CONTENIDO** : Influencia del Agregado sobre la resistencia del concreto
-
- 3. TITULO** : Influencia del perfil y tamaño del Agregado en Concretos de alta resistencia
- AUTOR** : Julián Jesús, Mendoza Flores
- EDITORIAL** : Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú.1977
- BIBLIOTECA** : UNI - FIC
- CONTENIDO** : Estudio de la influencia del Agregado en Concretos de alta resistencia
-
- 4. TITULO** : Efecto de perfil del agregado grueso sobre las Propiedades de los concretos preparados empleando cementos puzolánicos.
- AUTOR** : Sonia Inés, Ramos Aparicio
- TESIS** : Universidad Nacional de Ingeniería; Lima – Perú.1992

- BIBLIOTECA** : UNI-FIC
- CONTENIDO** : Influencia del tipo de perfil de agregado sobre los estados fresco y endurecido del concreto
- 5. TITULO** : Estudio del Concreto de mediana a baja resistencia variando el tamaño máximo del agregado grueso de tipo canto rodado de Río
- AUTOR** : Ana M. Lapa Barzola
- TESIS** : Universidad Nacional de Ingeniería; Lima – Perú.2003
- BIBLIOTECA** : UNI-FIC
- CONTENIDO** : Influencia del tamaño máximo del agregado grueso de perfil redondeado sobre los estados fresco y endurecido del concreto
- 6. TITULO** : Correlación entre la resistencia del concreto y la relación a/c; para relaciones a/c de 0.55 a 0.70 usando cemento tipo IP de Cementos Lima.
- AUTOR** : William Alberto, Tisza Miranda
- TESIS** : Universidad Nacional de Ingeniería; Lima –Perú.1997
- BIBLIOTECA** : UNI - FIC
- CONTENIDO** : Comportamiento entre la resistencia a la comprensión de la relación a/c así como con la edad del concreto, empleando cementos puzolánicos tipo IP.
- 7. TITULO** : Características del Concreto
- AUTOR** : Ing. Jassit Neftali Alvarado Rodríguez
- PAGINA** : <http://www.construaprende.Com/trabajos/T2/T2Pag.8.html> (1-22)
- CONTENIDO** : Características del concreto de acuerdo a sus componentes y al medio ambiente

- 8. TITULO** : Boletines Técnicos N° 12 al 75
AUTOR : Asociación de Productores de Cemento ASOCEM
CIUDAD : Lima
EDITORIAL : ASOCEM
BIBLIOTECA : UNI-FIC
CONTENIDO : Influencia de los agregados en el concreto
- 9. TITULO** : Tópico de Tecnología del Concreto en el Perú
AUTOR : Ing. Enrique Pasquel Carbajal
EDITORIAL : Capítulo de Ing Civil – Consejo Departamental de Lima
BIBLIOTECA : UNI -FIC
CONIENIDO : El Cemento Pórtland
- 10. TITULO** : Diseño de mezclas, método del agregado global y Modulo de finura para concreto de mediana a alta resistencia
AUTOR : Ing. Rafael Cachay Huamán
EDITORIAL : Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú
BIBLIOTECA : UNI - FIC
CONTENIDO : Diseño de Mezclas
- 11. TITULO** : Estudio de las Canteras para distintos proyectos de Ingeniería
AUTOR : Elena Bertha, Carvallo Ñiquen
EDITORIAL : Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.1997
BIBLIOTECA : UNI - FIC
CONTENIDO : Nociones de selección de Canteras. Uso de los agregados en los distintos tipos de obra. Ensayo al Agregado de Cantera

- 12. TITULO** : Evaluación de los Agregados de las Canteras de Lima Metropolitana
- AUTOR** : Alex Rogelio, Figueroa Pineda
- EDITORIAL** : Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.1988
- BIBLIOTECA** : UNI – FIC
- CONTENIDO** : Evaluación de las Canteras de Lima. Análisis comparativo de los Agregados
-
- 13. TITULO** : Estudio de las Canteras de Agregados existentes de la ciudad de Chancay para su utilización en la fabricación del Concreto en la zona
- AUTOR** : Rosa Milagros, Ascasibar Andrade
- EDITORIAL** : Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.1997
- BIBLIOTECA** : UNI – FIC
- CONTENIDO** : Estudio de las Canteras en la ciudad de Chancay
Elaboración del Concreto en la ciudad de Chancay
-
- 14. TITULO** : Estudio de los materiales de Construcción en la ciudad de Huancayo
- AUTOR** : Juan Ortega Ávila
- EDITORIAL** : Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.1986
- BIBLIOTECA** : UNI- FIC
- CONTENIDO** : Estudio de los distintos tipos de materiales en la ciudad de Huancayo, destinados a la Construcción, sus propiedades y aplicaciones.
-
- 15. TITULO** : El concreto de alta resistencia, un material en proceso de desarrollo
- AUTOR** : Jesús Aurelio, Breña Cáceres
- EDITORIAL** : Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú1986
- BIBLIOTECA** : UNI – FIC
- CONTENIDO** : Estudio de las características del concreto de alta resistencia, métodos de elaboración y ventajas

- 16. TITULO** : Características de Concreto elaborados con aditivo incorporador de aire y cemento Pórtland Tipo I
- AUTOR** : Miguel Angel, Huarhua Rodríguez
- EDITORIAL** : Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.1995
- BIBLIOTECA** : UNI – FIC
- CONTENIDO** : Características físicas de los agregados utilizadas, descripción de los aditivos. Comparación en Concreto fresco y endurecido. Evaluación económica.

ANEXOS

ANEXO 1
CUADROS Y GRAFICOS DETALLADOS DE ENSAYOS
DE LOS AGREGADOS; ADEMAS DE DISEÑO DE
MEZCLAS

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

CUADRON° A.1.1

N° MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	ASTM C-33 % QUE PASA	
					Inf.	Sup.
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.0	0.67	0.7	99.3	95.0	100.0
N° 8	134.2	22.4	23.0	77.0	80.0	100.0
N° 16	142.0	23.7	46.7	53.3	50.0	85.0
N° 30	110.2	18.4	65.1	34.9	25.0	60.0
N° 50	94.0	15.7	80.7	19.3	10.0	30.0
N° 100	61.0	10.17	90.9	9.1	2.0	10.0
FONDO	54.6	9.1	100.0	0.0		
TOTAL	600.0					

MODULO DE FINURA = 3.07

LEYENDA

- Agregados: Arena Gruesa
- Procedencia: Cantera "La Gloria"
- Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-JUNI

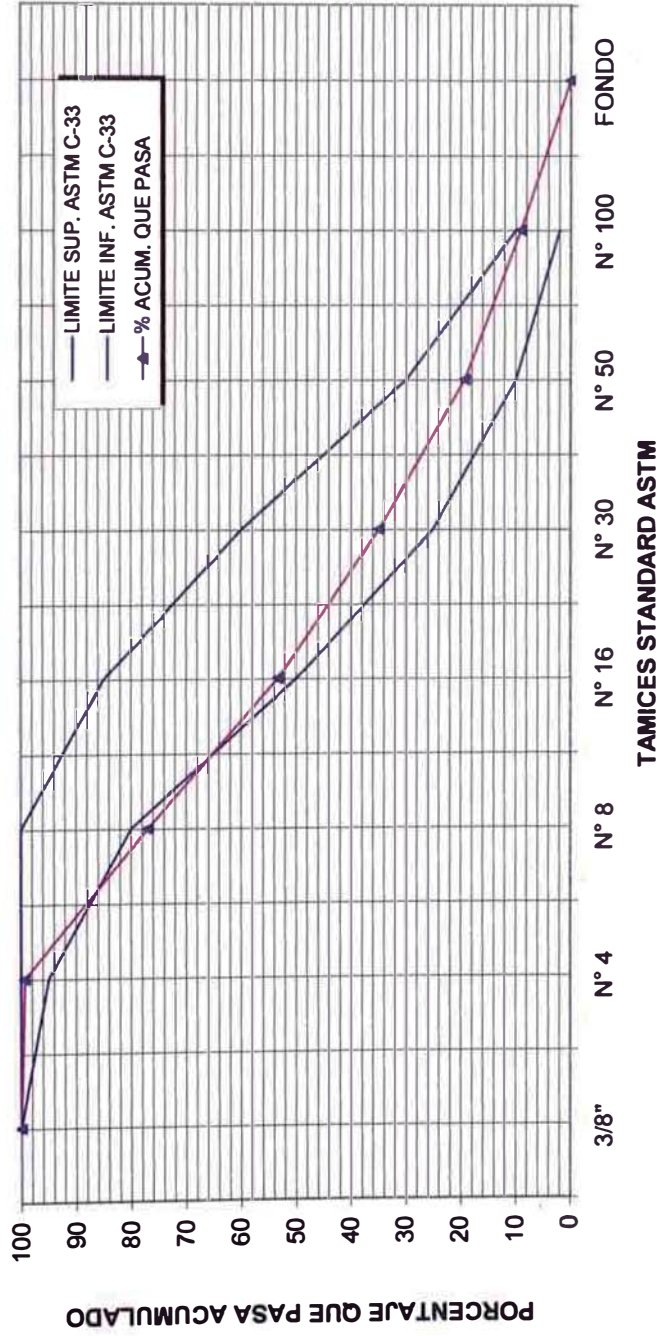
REFERENCIA:

Capítulo II: Características de los Materiales

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I" Rodolfo Gamarra Villacorta

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO

GRAFICO N°A.1.1



REFERENCIA: Capítulo II: Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.2

**PESO ESPECIFICO
 AGREGADO FINO**

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso arena S.S.S + W balon				
+ peso agua	970.20	969.40	970.20	969.93
Peso del agua (gr.) = W	307.40	307.80	306.80	307.33
Peso arena S.S.S				
+ peso del balon (gr.).	662.80	661.60	663.40	662.60
peso arena secada al horno				
+ peso del balon	651.8	652.3	652	652.03
peso del balon (gr.).	156.5	156.5	156.5	
peso arena secada horno = A	493.20	493.70	494.20	493.70
volumen del balon (cm3). = V	500.00	500.00	500.00	
<p>1.- PESO ESPECIFICO DE MASA : (gr/cm3)</p> $\frac{A}{V - W} = \frac{493.70}{192.67} = 2.56$				
<p>2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO : (gr/cm3)</p> $\frac{500}{V - W} = \frac{500.00}{192.67} = 2.60$				
<p>3.- PESO ESPECIFICO APARENTE : (gr/cm3)</p> $\frac{A}{(V-W) - (500-A)} = \frac{493.70}{186.37} = 2.65$				

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Caracteristicas de los Materiales

CUADRO N° A.1.3

**CONTENIDO DE HUMEDAD
 AGREGADO FINO**

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso material (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso material seco al horno (gr)	497.30	497.00	498.00	497.43
Peso del agua contenido (gr)	2.70	3.00	2.00	2.57
$\text{C.H. Agregado fino (\%)} = \frac{2.57}{497.43} \times 100\% = 0.52$				

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Caracteristicas de los Materiales

CUADRO N° A.1.4

**PORCENTAJE DE ABSORCION
 AGREGADO FINO**

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso de la arena S.S.S	500	500	500	500.00
Peso de arena S.S.S				
+ peso de balon (gr.)	656.50	656.50	656.50	656.50
Peso arena S.S.S + Wbalon				
+peso de agua	813.00	813.00	813.00	813.00
Peso de arena secada horno				
+ peso balon (gr.)	651.8	652.3	652	652.03
Peso del balon (gr.)	156.5	156.5	156.5	
Peso arena secada horno = A	495.30	495.80	495.50	495.53
Volumen del balon (cm3) = V	500.00	500.00	500.00	500.00
<p>PORCENTAJE DE ABSORCION :</p> $\% \text{ ABSORCION} = \frac{500 - A}{A} \times 100\% = \frac{4.47}{495.53} \times 100 = 0.90$				

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Caracteristicas de los Materiales

CUADRO N° A.1.5

**PESO UNITARIO SUELTO
 AGREGADO FINO**

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso balde + arena suelta (Kg.)	7.64	7.68	7.60	7.64
Peso balde metalico (Kg.)	2.80	2.80	2.80	2.80
Peso arena suelta (Kg.)	4.84	4.88	4.80	4.84
<p>NOTA : Volumen del balde metalico = 0.00283 m3 (1/10pie3)</p> $PU \text{ suelto} = \frac{W}{V} = \frac{4.84}{0.00283} = 1710.25 \text{ (kg/m}^3\text{)}$				

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Caracteristicas de los Materiales

CUADRO N° A.1.6

<h2 style="margin: 0;">PESO UNITARIO COMPACTADO</h2> <h3 style="margin: 0;">AGREGADO FINO</h3>
--

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso balde + arena compactada (Kg.)	8.30	8.25	8.31	8.29
Peso balde metalico (Kg.)	2.80	2.80	2.80	2.80
Peso arena compactada (Kg.)	5.50	5.45	5.51	5.49
<p>NOTA : Volumen del balde metálico = 0.00283 m3 (1/10pie3)</p> $ \text{PU compact.} = \frac{W}{V} = \frac{5.49}{0.00283} = 1938.75 \text{ (kg/m}^3\text{)} $				

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa.

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.7

SUPERFICIE ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO

Tamiz N°	% Retenido (1)	Diametro Promedio (2)	(1)/(2)
N° 4	0.7	0.714	0.98
N° 8	22.4	0.357	62.75
N° 16	23.7	0.179	132.40
N° 30	18.4	0.089	206.74
N° 50	15.7	0.044	356.82
N° 100	10.2	0.022	463.64
SUMA =			1223.32

$$Se = \frac{6 \times \text{SUMA}}{100 \times \text{P.E}} = 28.67 \quad \text{cm}^2 / \text{gr}$$

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Carateriticas de los Materiales

CUADRO N° A.1.8

MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO

Tamiz N°	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado
3/8"	0.0	0.00	0.00
N° 4	4.0	0.67	0.67
N° 8	134.2	22.37	23.03
N° 16	142.0	23.67	46.70
N° 30	110.2	18.37	65.07
N° 50	94.0	15.67	80.73
N° 100	61.0	10.17	90.90
FONDO	54.6	9.10	100.00
TOTAL	600.0		
SUMA =			307.10

Módulo de Finura = 3.07

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

CUADRO N° A.1.9

N° MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	HUSO 67 % QUE PASA	
					Inf.	Sup.
1 1/2"	0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	0.3	6.0	6.0	94.0	95.0	100.0
3/4"	1.6	32.3	38.3	61.7	60.0	80.0
1/2"	1.7	34.3	72.6	27.4	25.0	60.0
3/8"	0.64	12.9	85.5	14.5	12.5	35.0
N° 4	0.5	10.1	95.6	4.4	0.0	10.0
N° 8	0.1	2.0	97.6	2.4	0.0	5.0
FONDO	0.12	2.4	100.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	4.96					

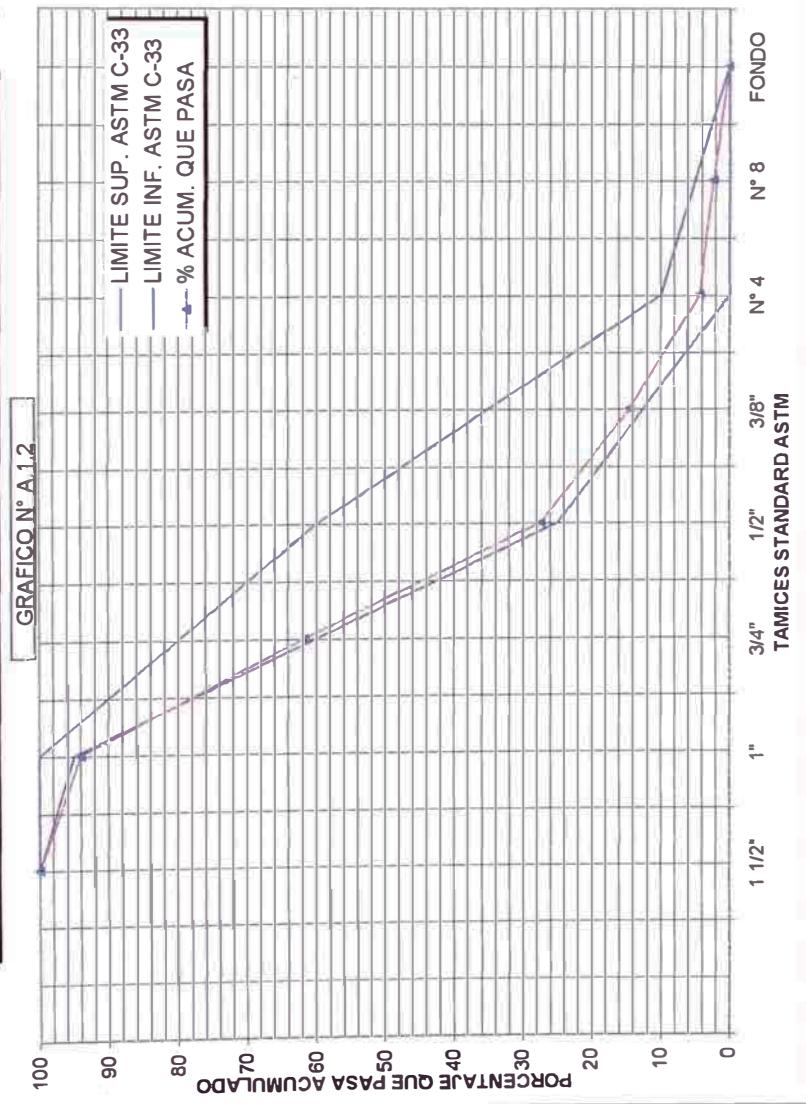
M.F. = 7.07

LEYENDA
 Agregados: Piedra Chancada
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA
 Capitulo II : Características de los Materiales

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo 1" Robillo Garmira Villacorta

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA



REFERENCIA : Capítulo II : Características de los Materiales

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamara Villacorta

CUADRO N° A.1.10

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL CON PIEDRA CHANCADA

Combinación	Arena		50%		Piedra chancada		50%		
	N° Malla	% Retenido		Combinación 50/50		Huso			
		Arena	Piedra	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa	A	B	C
1 1/2"		0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
1"		6.00	3.00	3.00	97.00	87.33	93.33	96.33	
3/4"		32.30	16.15	19.15	80.85	74.67	86.67	92.67	
1/2"		34.30	17.15	36.30	63.70	50.00	71.00	83.00	
3/8"	0.00	12.90	6.45	42.75	57.25	44.00	66.50	80.00	
N° 4	0.67	10.10	5.38	48.13	51.87	26.75	50.75	68.00	
N° 8	22.37	2.00	12.18	60.32	39.68	17.00	40.33	57.00	
N° 16	23.67		11.83	72.15	27.85	11.00	32.50	47.50	
N° 30	18.37		9.18	81.33	18.67	6.50	23.00	35.25	
N° 50	15.67		7.83	89.17	10.83	2.00	8.00	15.00	
N° 100	10.17		5.08	94.25	5.75	1.00	4.00	7.50	
FONDO	9.10	2.40	5.75	100.00	0.00				
TOTAL									
MODULO DE FINURA					5.07				

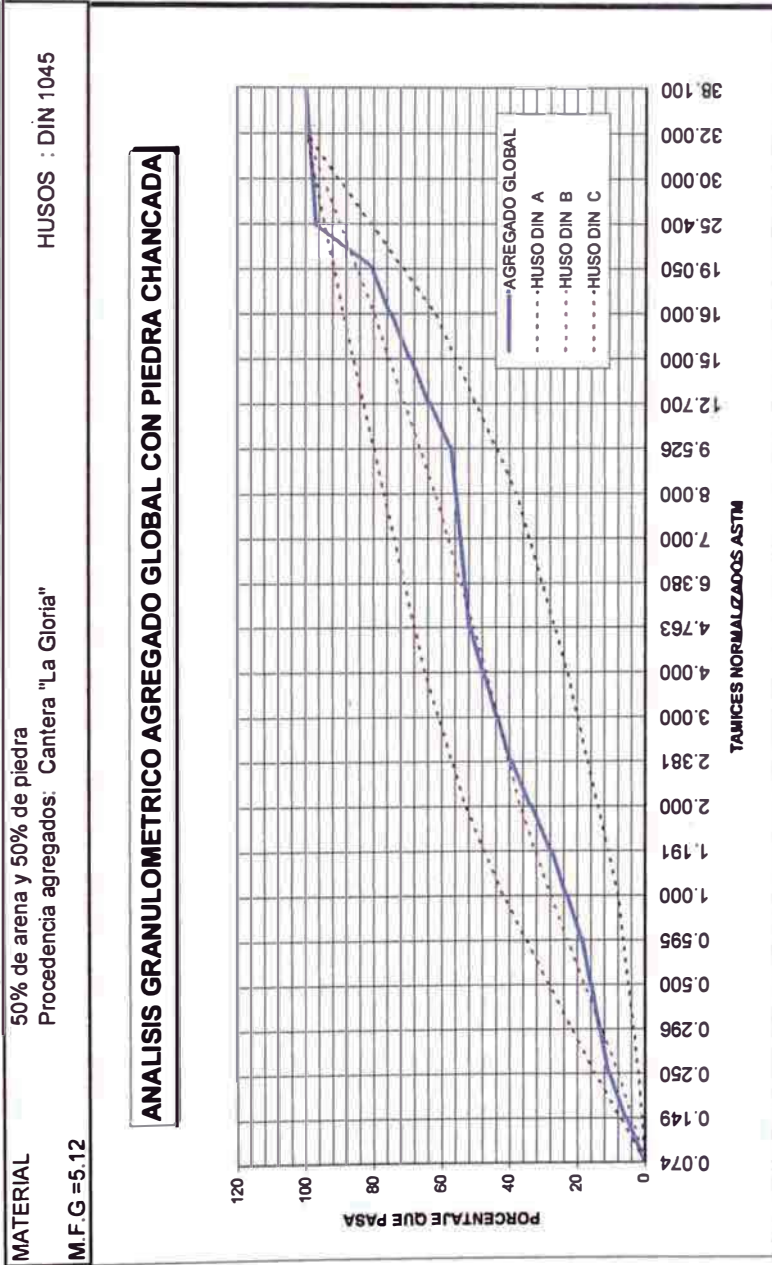
LEYENDA

Agregados : Piedra Chancada y Arena Gruesa
 Procedencia : Cantera "La Gloria"
 Laboratorio : Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

GRAFICO N° A.1.3



LEYENDA
 Agregados: Piedra Chancada y Arena Gruesa
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA
 Capítulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.11

**PESO ESPECIFICO
 AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA**

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso de la muestra saturada con superficie seca = B	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00
Peso de la muestra secada al horno = A	4975	4979.2	4976.7	4976.97
Peso muestra saturada dentro del agua+peso de la canastilla	5089.00	5091	5090.1	
Peso de la canastilla	1881	1881	1881	
Peso de la muestra saturada dentro del agua = C	3208.00	3210.00	3209.10	3209.03
<p>1.- PESO ESPECIFICO DE MASA : (gr/cm3)</p> $\frac{A}{B - C} = \frac{4976.97}{1790.97} = 2.78$				
<p>2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO : (gr/cm3)</p> $\frac{B}{B - C} = \frac{5000.00}{1790.97} = 2.79$				
<p>3.- PESO ESPECIFICO APARENTE : (gr/cm3)</p> $\frac{A}{A - C} = \frac{4976.97}{1767.93} = 2.82$				

LEYENDA

Agregados: Piedra chancada.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.12

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso material (gr)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Peso material seco al horno (gr)	997.00	997.20	997.30	997.17
Peso del agua contenido (gr)	3.00	2.80	2.70	2.83
C.H. Piedra chancada (%) =	$\frac{2.83}{997.17} \times 100\% = 0.28$			

LEYENDA

Agregados: Piedra chancada.

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.13

**PORCENTAJE DE ABSORCION
 AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA**

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso de la muestra saturada con superficie seca = B	5000.00	5000.00	5000.00	5000.00
Peso de la muestra secada horno = A	4975	4979.2	4976.7	4976.97
Peso muestra saturada dentro del agua+peso de la canastilla	5089.00	5091	5090.1	
Peso de la canastilla	1881	1881	1881	
Peso de la muestra saturada dentro del agua = C	3208.00	3210.00	3209.10	3209.03
<p>PORCENTAJE DE ABSORCION :</p> $\% \text{ ABSORCION} = \frac{B - A}{A} \times 100\% = \frac{23.03}{4976.97} \times 100 = 0.46$				

LEYENDA

Agregados: Piedra chancada.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.14

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso muestra + vasija (Kg)	31.60	31.65	31.67	31.64
Peso vasija (Kg)	11.80	11.80	11.80	11.80
Peso muestra suelta (Kg)	19.80	19.85	19.87	19.84
<p>NOTA : Volumen de la vasija 0.014159 m³ (1/2pie³)</p> $\text{PU suelto} = \frac{W}{V} = \frac{19.84}{0.014159} = 1401.23 \quad (\text{kg/m}^3)$				

LEYENDA

Agregados: Piedra chancada.

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.15

PESO UNITARIO COMPACTADO
AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso muestra + vasija (Kg)	33.80	33.75	33.66	33.74
Peso vasija (Kg)	11.83	11.83	11.83	11.83
Peso muestra compactada (Kg)	21.97	21.92	21.83	21.91

NOTA : Volumen de la vasija 0.014159 m³
 (1/2pie³)

$$PU \text{ suelto} = \frac{W}{V} = \frac{21.91}{0.014159} = 1547.19 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

LEYENDA

Agregados: Piedra chancada.

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.16

SUPERFICIE ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA
--

Tamiz N°	% Retenido (1)	Diametro Promedio (2)	(1)/(2)
1 1/2"			
1"	6	3.18	1.89
3/4"	32.3	2.22	14.54
1/2"	34.3	1.59	21.61
3/8"	12.9	1.11	11.61
N° 4	10.1	0.71	14.15
N° 8	2	0.36	5.60
SUMA =			69.39

$$Se = \frac{6 \times \text{SUMA}}{100 \times \text{P.E}} = 1.50 \quad \text{cm}^2 / \text{gr}$$

LEYENDA

Agregados: Piedra Chancada

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.17

MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

Tamiz N°	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado
1 1/2 "	0	0	0
1"	0.3	6.05	6.05
3/4"	1.6	32.26	38.31
1/2"	1.7	34.27	72.58
3/8"	0.64	12.90	85.48
N° 4	0.5	10.08	95.56
N° 8	0.1	2.02	97.58
N° 16	0	0	97.58
N° 30	0	0	97.58
N° 50	0	0	97.58
N° 100	0	0	97.58
FONDO	0.12	2.42	100.00
TOTAL	4.96		

SUMA = 707.26

Modulo de Finura = 7.07

LEYENDA

Agregados: Piedra Chancada
Procedencia: Cantera "La Gloria"
Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO CANTO RODADO

CUADRO N° A.1.18

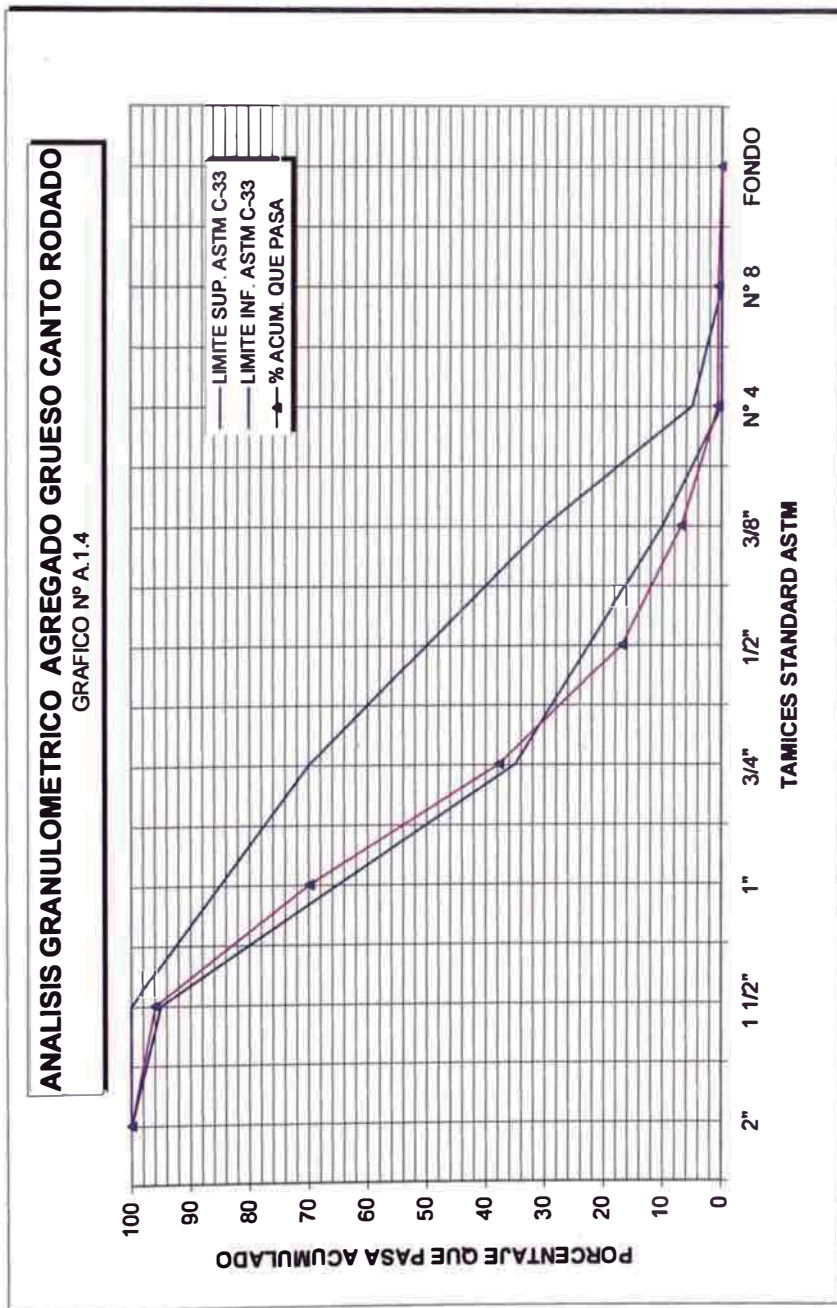
N° MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	HUSO 67 % QUE PASA	
					Inf.	Sup.
2"	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	0.2	4.0	4.0	96.0	95	100
1"	1.3	26.1	30.1	69.9	65.0	85.0
3/4"	1.6	32.1	62.2	37.8	35.0	70.0
1/2"	1.04	20.9	83.1	16.9	22.5	50.0
3/8"	0.5	10.0	93.2	6.8	10.0	30.0
N° 4	0.31	6.2	99.4	0.6	0.0	5.0
N° 8	0.0	0.0	99.4	0.6	0.0	0.0
FONDO	0.03	0.6	100.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	4.98					

M.F = 7.56

- LEYENDA
- Agregados: : Canto Rodado
 - Procedencia: : Cantera "La Gloria"
 - Laboratorio: : Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI
- REFERENCIA
- Capitulo II : Características de los Materiales

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamarrá Villacorta



REFERENCIA : Capitulo II : Características de los Materiales

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamarrá Villacorta

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL CON CANTO RODADO

CUADRO N° A.1.19

Combinación	Arena		50%		Piedra Canto Rodado		50%				
	% Retenido		% Retenido		% Retenido Acumulado		% Acumulado que pasa		Huso		
	Arena	Piedra	% Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa	A	B	C		
2" (50.80mm)			0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00		
1 1/2" (38.10mm)			4.02	2.01	2.01	97.99	100.00	100.00	100.00		
1" (25.4mm)			26.10	13.05	15.06	84.94	87.33	93.33	96.33		
3/4" (19.10mm)			32.13	16.06	31.12	68.88	74.67	86.67	92.67		
1/2" (12.70mm)			20.88	10.44	41.57	58.43	50.00	71.00	83.00		
3/8" (9.52mm)			10.04	5.02	46.59	53.41	44.00	66.50	80.00		
N° 4 (4.76mm)			0.67	3.45	50.03	49.97	26.75	50.75	68.00		
N° 8 (2.38mm)			22.37	0.00	61.22	38.78	17.00	40.33	57.00		
N° 16 (1.19mm)			23.67	11.83	73.05	26.95	11.00	32.50	47.50		
N° 30 (0.593mm)			18.37	9.18	82.23	17.77	6.50	23.00	35.25		
N° 50 (0.250mm)			15.67	7.83	90.07	9.93	2.00	8.00	15.00		
N° 100 (0.149mm)			10.17	5.08	95.15	4.85	1.00	4.00	7.50		
FONDO			9.10	4.85	100.00	0.00					
TOTAL											

MODULO DE FINURA

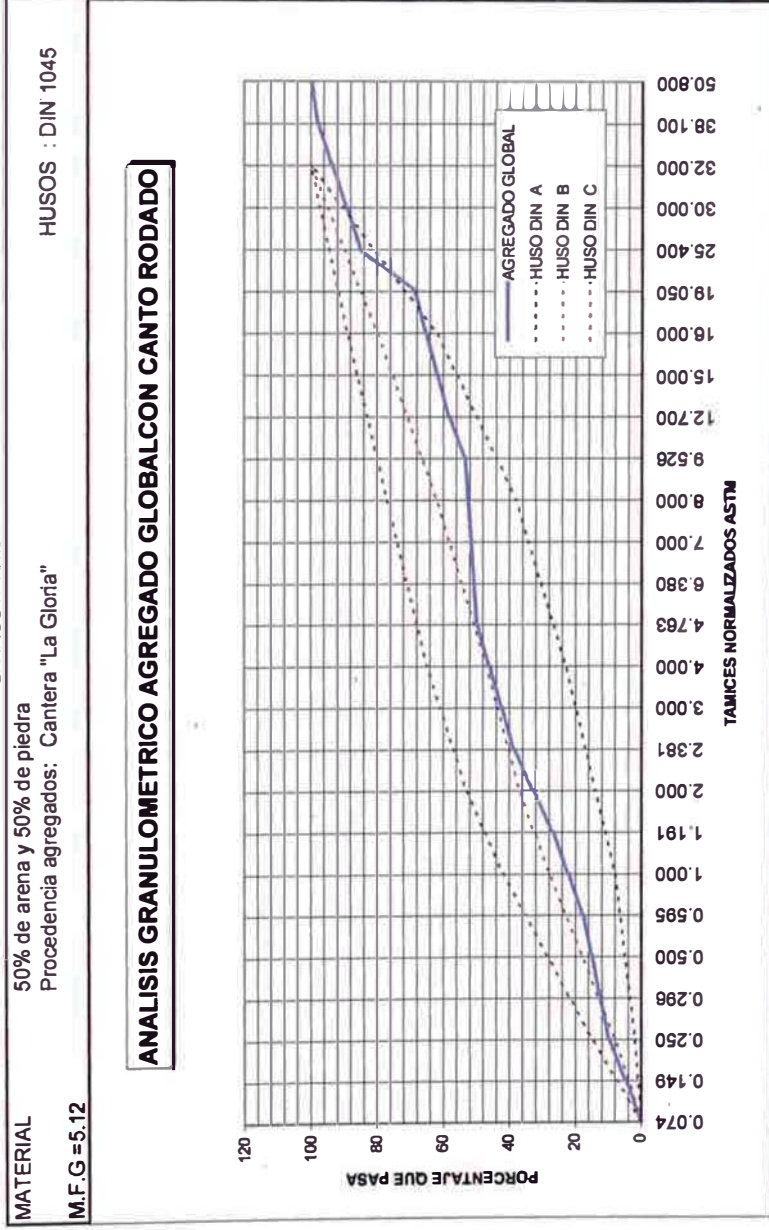
5.31

LEYENDA
 Agregados : Canto Rodado y Arena Gruesa
 Procedencia : Cantera "La Gloria"
 Laboratorio : Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-JUNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

GRAFICO N° A.1.5



LEYENDA
 Agregados : Canto Rodado y Arena Gruesa
 Procedencia : Cantera "La Gloria"
 Laboratorio : Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-JUNI

REFERENCIA
 Capitulo II : Caracteristicas de los Materiales

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades de concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
 Rodolfo Gamarrá Villacorta

CUADRO N° A.1.20

**PESO ESPECIFICO
AGREGADO GRUESO CANTO RODADO**

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso de la muestra saturada con superficie seca = B	5000.5	5000.0	5000.0	5000.2
Peso de la muestra secada al horno = A	4961.0	4961.5	4960.5	4961.0
Peso muestra saturada dentro del agua+peso de la canastilla	5040.5	5041.0	5040.0	5040.5
Peso de la canastilla	2082.5	2082.5	2082.5	2082.5
Peso de la muestra saturada dentro del agua = C	2958.0	2958.5	2957.5	2958.0
<p>1.- PESO ESPECIFICO DE MASA : (gr/cm3)</p> $\frac{A}{B - C} = \frac{4961.00}{2042.17} = 2.43$				
<p>2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO : (gr/cm3)</p> $\frac{B}{B - C} = \frac{5000.17}{2042.17} = 2.45$				
<p>3.- PESO ESPECIFICO APARENTE : (gr/cm3)</p> $\frac{A}{A - C} = \frac{4961.00}{2003.00} = 2.48$				

LEYENDA

Agregados: Canto Rodado.
Procedencia: Ribera rio "Chillón"
Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.21

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO CANTO RODADO
--

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso material (gr)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Peso material seco al horno (gr)	994.8	994.2	993.4	994.13
Peso del agua contenido (gr)	5.2	5.8	6.6	5.87
$\text{C.H. Agregado grueso (\%)} = \frac{5.87}{994.13} \times 100\% = 0.59$				

LEYENDA

Agregados: Canto Rodado.

Procedencia: Ribera rio "Chillón"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.22

PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO GRUESO CANTO RODADO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso de la muestra saturada con superficie seca = B	5000.5	5000.0	5000.0	5000.17
Peso de la muestra secada homo = A	4961.0	4961.5	4960.5	4961.00
Peso muestra saturada dentro del agua+peso de la canastilla	5040.5	5041.0	5040.0	5040.50
Peso de la canastilla	2082.5	2082.5	2082.5	2082.50
Peso de la muestra saturada dentro del agua = C	2958.0	2958.5	2957.5	2958.00
<p>PORCENTAJE DE ABSORCION :</p> $\% \text{ ABSORCION} = \frac{B - A}{A} \times 100\% = \frac{39.17}{4961.00} \times 100 = 0.79$				

LEYENDA

Agregados: Canto Rodado.

Procedencia: Ribera rio "Chillón"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.23

PESO UNITARIO SUELTO
AGREGADO GRUESO: CANTO RODADO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso muestra + vasija (Kg)	34.10	34.20	34.10	34.13
Peso vasija (Kg)	11.80	11.80	11.80	11.80
Peso muestra suelta (Kg)	22.30	22.40	22.30	22.33
<p>NOTA : Volumen de la vasija = 0.014159 m³ (1/2pie³)</p> $\text{PU suelto} = \frac{W}{V} = \frac{22.33}{0.014159} = 1577.32 \text{ (kg/m}^3\text{)}$				

LEYENDA

Agregados: Canto Rodado.

Procedencia: Ribera río "Chillón"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.24

PESO UNITARIO COMPACTADO
AGREGADO GRUESO: CANTO RODADO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso muestra + vasija (Kg)	36.20	36.10	36.15	36.15
Peso vasija (Kg)	11.80	11.80	11.80	11.80
Peso muestra compactada (Kg)	24.40	24.30	24.35	24.35
<p>NOTA : Volumen de la vasija = 0.014159 m³ (1/2pie³)</p> $PU \text{ compact.} = \frac{W}{V} = \frac{24.35}{0.014159} = 1719.75 \text{ (kg/m}^3\text{)}$				

LEYENDA

Agregados: Canto Rodado.
 Procedencia: Ribera rio "Chillón"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capítulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.25

SUPERFICIE ESPECIFICA DEL CANTO RODADO

Tamiz N°	% Retenido (1)	Diametro Promedio (2)	(1)/(2)
1 1/2"	4	4.45	0.90
1"	26.1	3.18	8.22
3/4"	32.1	2.22	14.45
1/2"	20.9	1.59	13.17
3/8"	10	1.11	9.00
N° 4	6.2	0.71	8.68
N° 8	0.6	0.36	1.68
SUMA =			56.10

$$Se = \frac{6 \times \text{SUMA}}{100 \times P.E} = 1.39 \quad \text{cm}^2 / \text{gr}$$

LEYENDA

Agregados: Canto Rodado.

Procedencia: Ribera rio "Chillón"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Características de los Materiales

CUADRO N° A.1.26

**MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO DE
 CANTO RODADO**

Tamiz N°	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado
2"	0.0	0.00	0.00
1 1/2 "	0.2	4.02	4.02
1"	1.3	26.10	30.12
3/4"	1.6	32.13	62.25
1/2"	1.04	20.88	83.13
3/8"	0.5	10.04	93.17
N° 4	0.31	6.22	99.40
N° 8	0.0	0.00	99.40
N° 16	0.0	0.00	99.40
N° 30	0.0	0.00	99.40
N° 50	0.0	0.00	99.40
N° 100	0.0	0.00	99.40
FONDO	0.03	0.60	100.00
TOTAL	4.98		
SUMA =			755.82

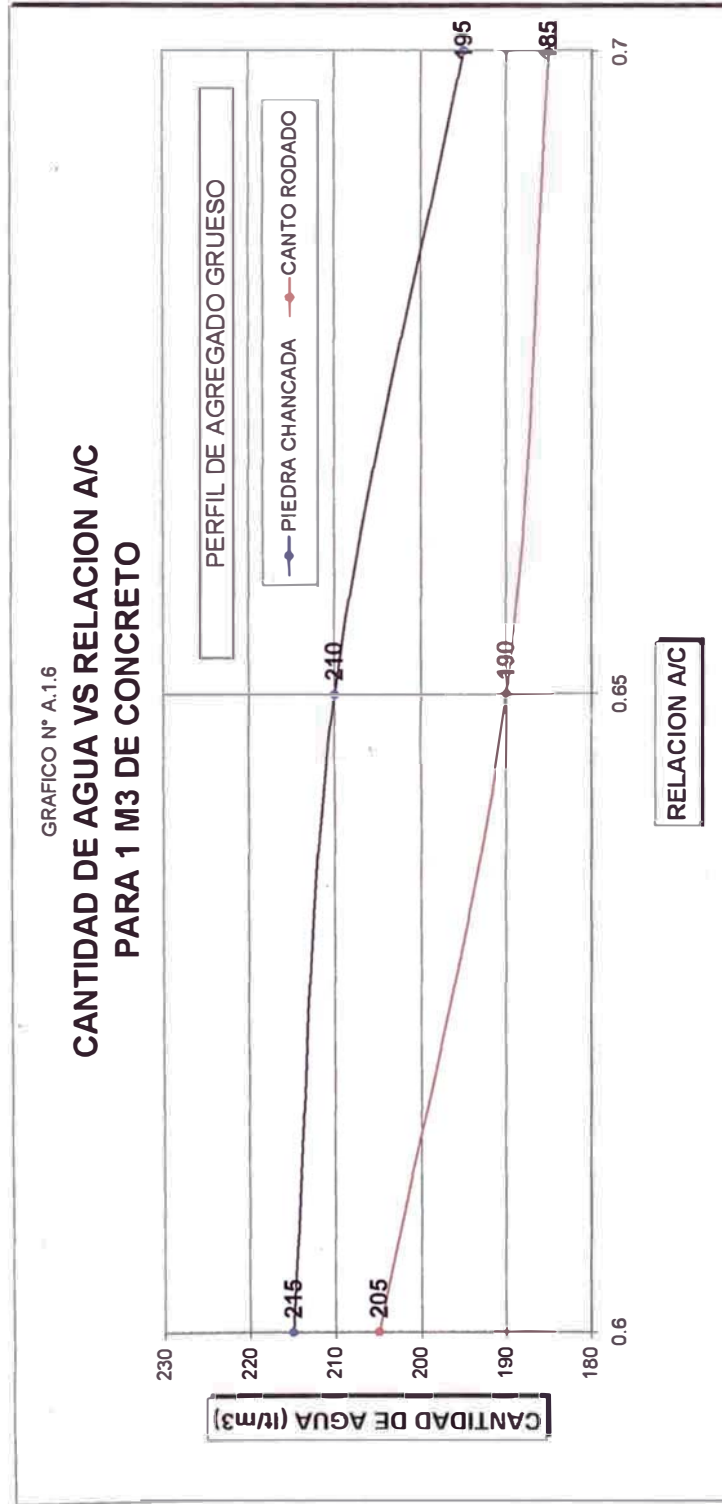
Módulo de Finura = 7.56

LEYENDA

Agregados: Canto Rodado.
 Procedencia: Ribera rio "Chillón"
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA

Capitulo II : Características de los Materiales



LEYENDA
 Agregados:
 Piedra Chancada y Arena gruesa
 Canto rodado
 Laboratorio:

Procedencia:
 :Cantera la Gloria
 :Ribera río "Chillón"
 :Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIA
 Capítulo II : Características de los Materiales
 Capítulo III : Diseño de Mezclas

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"

Rodolfo Garrama Villacorta

ANEXO 2

CUADROS Y GRAFICOS DETALLADOS DE ENSAYOS DEL CONCRETO EN SUS ESTADOS FRESCO Y ENDURECIDO

CUADRO N°A.2.1

**CONSISTENCIA DEL CONCRETO
(METODO: CONO DE ABRAHAMS)**

A/C	MATERIALES (Mat./M3 de concreto)	0.60	0.65	0.70
PERFIL AGREGADO GRUESO				
PIEDRA CHANCADA	CEMENTO	358	323	279
	AGUA	215	210	195
	ARENA	838	859	897
	PIEDRA	910	933	974
	AIRE	0.015	0.015	0.015
	ASENTAMIENTO(Pulg)	3 1/4"	3 3/4"	3 1/2"
CANTO RODADO	CEMENTO	342	292	264
	AGUA	205	190	185
	ARENA	864	904	922
	PIEDRA	820	858	875
	AIRE	0.010	0.01	0.01
	ASENTAMIENTO(Pulg)	3 1/2"	3 1/4"	3 1/2"

LEYENDA

- Agregado fino y grueso (Piedra chancada) Cantera "La Gloria"
 Agregado Grueso: Canto Rodado. Ribera rio Chillón
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI
- REFERENCIAS
 Capítulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.2

**FLUIDEZ DEL CONCRETO DE AGREGADO GRUESO:
PIEDRA CHANCADA**

A/C	DIAMETROS	INDICE CONSISTENCIA	INDICE CONSISTENCIA PROMEDIO f(%)
0.60	45.3	81.20	82.40
	45.7	82.80	
	45.8	83.20	
0.65	46.5	86.00	86.40
	46.1	84.40	
	47.2	88.80	
0.70	47.5	90.00	88.93
	46.7	86.80	
	47.5	90.00	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada.

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio:

Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

f (%) = $(D-25) \times 100/25$

D: diametro de la muestra

f (%) : Indice de fluidez

REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capítulo VII: Cuadros de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.3

**FLUIDEZ DEL CONCRETO DE AGREGADO GRUESO:
CANTO RODADO**

A/C	DIAMETROS	INDICE CONSISTENCIA	INDICE CONSISTENCIA PROMEDIO f(%)
0.60	45.80	83.20	83.60
	45.70	82.80	
	46.20	84.80	
0.65	46.80	87.20	86.93
	47.00	88.00	
	46.40	85.60	
0.70	46.90	87.60	85.87
	46.00	84.00	
	46.50	86.00	

LEYENDA

Agregados:

Arena Gruesa.

Canto Rodado.

Laboratorio:

Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

f (%) = (D-25)x100/25

D: diametro de la muestra

f (%) : Indice de fluidez

REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capítulo VII: Cuadros de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.4

EXUDACION DEL CONCRETO DE AGREGADO GRUESO:PIEDRA CHANCADA.

A/C	PESO MAT. KG	PESO AGUA LT	PESO DE CONCRETO KG	TIEMPO (min)										VOLUMEN TOTAL (ML)	EXUDACION (%)	EXUDACION PROMEDIO (%)	
				10	20	30	40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10					
				VOLUMEN PARCIAL (ML)													
0.6	48	4.52	33.0	1.0	2.0	2.0	4.0	4.0	3.0	1.0	1.0	0.0	0.0	18.00	0.58	0.59	
				1.0	1.0	2.0	3.0	3.5	3.0	3.0	2.5	0.0	19.00				0.61
				1.0	2.0	3.0	3.0	4.0	2.0	2.0	1.0	0.0						18.00	0.58
0.65	48	4.42	33.0	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0	4.0	2.0	1.0	0.0		17.00	0.56	0.61	
				1.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	0.0	18.00				0.59
				1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	1.0						20.00	0.67
0.7	48	4.1	33.4	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0	0.0		15.00	0.53	0.51	
				1.0	1.0	1.5	2.0	3.0	3.0	2.0	1.0	0.0	14.50				0.51
				0.0	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	0.0						14.00	0.49

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada.

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capítulo VII: Cuadros de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N°A.2.5

EXUDACION DEL CONCRETO DE AGREGADO GRUESO: CANTO RODADO

A/C	PESO MAT KG	PESO AGUA LT	PESO DE CONCRETO KG	TIEMPO (min)							EXUDACION PROMEDIO (%)					
				10	20	30	40	01:10	01:40	02:10		02:40	03:10			
				VOLUMEN PARCIAL (ML)								VOLUMEN TOTAL (ML)	EXUDACION (%)			
0.6	48	4.49	31.8	0.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	1.0	0.0	17.00	0.57	0.55
0.65	48	4.15	32.20	0.0	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	0.0	16.00	0.54	0.54
0.7	48	4.04	32.10	0.0	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0	16.00	0.61	0.68
			32	0.0	1.0	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0	17.00	0.75	0.64
			32.4	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	1.0	19.00	0.68	
			32.1	0.0	1.0	2.0	4.0	4.0	4.0	2.0	3.0	2.0	0.0	18.00	0.67	
			32.10	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	1.0	0.0	17.00	0.63	
			32	0.0	1.0	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0	17.00	0.63	

LEYENDA

Agregados:

Agregado fino: Arena Gruesa.

Agregado Grueso: Canto Rodado.

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia:

Cantera "La Gloria"

Ribera río Chillón

REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capítulo VII: Cuadros de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N°A.2.6

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO DE AGREGADO GRUESO:
PIEDRA CHANCADA**

A/C	BALDE (Kg)	PESO BRUTO C+V (Kg)	CONCRETO C (Kg)	PESO UNIT. (Kg/m³)	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)
0.60	8.40	41.60	33.20	2354.6	2352.25
	8.40	41.50	33.10	2347.5	
	8.40	41.60	33.20	2354.6	
0.65	8.40	41.80	33.35	2365.2	2361.70
	8.40	41.65	33.25	2358.2	
	8.40	41.70	33.30	2361.7	
0.70	8.40	41.60	33.50	2375.9	2371.16
	8.40	41.80	33.40	2368.8	
	8.40	41.80	33.40	2368.8	

LEYENDA

Agregados: : Arena Gruesa y Piedra chancada.

Procedencia: : Cantera "La Gloria"

Laboratorio: : Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capítulo VII: Cuadros de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.7

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO DE AGREGADO GRUESO:
CANTO RODADO**

A/C	BALDE (Kg)	PESO BRUTO C+V (Kg)	CONCRETO C (Kg)	PESO UNIT. (Kg/m³)	PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)
0.6	8.40	40.4	32.00	2269.50	2264.78
	8.40	40.3	31.9	2262.41	
	8.40	40.3	31.90	2262.41	
0.65	8.40	40.5	32.10	2276.60	2282.51
	8.40	40.6	32.2	2283.69	
	8.40	40.7	32.25	2287.23	
0.7	8.40	40.6	32.20	2283.69	2280.14
	8.40	40.5	32.1	2276.60	
	8.40	40.6	32.15	2280.14	

LEYENDA

Agregados: Procedencia:

Agregado fino: : Arena Gruesa. Cantera "La Gloria"

Agregado Grueso: : Canto Rodado. Ribera rio Chillón

Laboratorio: : Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capítulo VII: Cuadros de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.8

**CONTENIDO DE AIRE DE AGREGADO GRUESO:
PIEDRA CHANCADA**

A/C	PESO UNIT (Kg/m3) PUL	PESO UNIT NOM. (kg/m3) PUD	AIRE ATRAPADO(%)	AIRE ATRAPADO PROMEDIO (%)
0.6	2354.61	2333	0.92	0.82
	2347.52	2333	0.62	
	2354.61	2333	0.92	
0.65	2365.25	2337	1.19	1.05
	2358.16	2337	0.90	
	2361.70	2337	1.05	
0.7	2375.89	2356	0.84	0.64
	2368.79	2356	0.54	
	2368.79	2356	0.54	

LEYENDA

- Agregados : Arena Gruesa y Piedra chancada.
- Procedencia: : Cantera "La Gloria"
- Laboratorio: : Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

- Capitulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco
- Capitulo VII: Cuadros de resultados y gráficos
- Capitulo VIII : Análisis de resultados

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

CUADRON° A.2.9

**CONTENIDO DE AIRE DE AGREGADO GRUESO:
CANTO RODADO**

A/C	PESO UNIT (Kg/m3) PUL	PESO UNIT NOM. (kg/m3) PUD	AIRE ATRAPADO(%)	AIRE ATRAPADO PROMEDIO (%)
0.60	2269.50	2245	1.08	0.87
	2262.41	2245	0.77	
	2262.41	2245	0.77	
0.65	2276.60	2259	0.77	1.03
	2283.69	2259	1.08	
	2287.23	2259	1.23	
0.70	2283.69	2261	0.99	0.84
	2276.60	2261	0.69	
	2280.14	2261	0.84	

LEYENDA

Agregados:

Agregado fino: Arena Gruesa.

Agregado Grueso: Canto Rodado.

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capítulo VII: Cuadros de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

Procedencia:

Cantera "La Gloria"

Ribera rio Chillon

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

cemento Portland tipo I"

Rodolfo Gamarrá Villacorta

CUADRO N° A.2.10 - A

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO
AGREGADO GRUESO:PIEDRA CHANCADA**

Tipo de Cemento		SOL TIPO I				
Relacion a/c		0.60				
Hora de Inicio		10:20				
Ensayo N°		1				
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg2)	PRESION (lb/pulg2)
13:20	03:00	1"	1	73	0.79	93
13:50	03:30	13/16"	0.8125	65	0.52	125
14:50	04:30	9/16"	0.5625	85	0.25	342
15:20	05:00	5/16"	0.3125	93	0.08	1213
15:50	05:30	4/16"	0.25	160	0.05	3259
15:55	05:35	3/16"	0.1875	105	0.03	3803
16:05	05:45	3/16"	0.1875	167	0.03	6048

FRAGUADO INICIAL (F.I)	04:35
FRAGUADO FINAL (F.F)	05:36

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada.
Procedencia: Cantera "La Gloria"
Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

Capitulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
Capitulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
Capitulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.10 - B

**ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO
AGREGADO GRUESO:PIEDRA CHANCADA**

Tipo de Cemento		SOL TIPO I				
Relacion a/c		0.60				
Hora de Inicio		10:40				
Ensayo N°		2				
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
13:40	03:00	1"	1	70	0.79	89
14:10	03:30	13/16"	0.8125	67	0.52	129
15:10	04:30	9/16"	0.5625	92	0.25	370
15:40	05:00	5/16"	0.3125	99	0.08	1291
16:10	05:30	4/16"	0.25	160	0.05	3259
16:15	05:35	3/16"	0.1875	100	0.03	3622
16:25	05:45	3/16"	0.1875	125	0.03	4527

FRAGUADO INICIAL (F.I)	:	04:34
FRAGUADO FINAL (F.F)	:	05:39

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

Capítulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.11 - A

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO:CANTO RODADO						
Tipo de Cemento			SOL TIPO I			
Relacion a/c			0.60			
Hora de Inicio			11:20			
Ensayo N°			1			
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
14:20	03:00	1"	1	95	0.79	121
14:50	03:30	13/16"	0.8125	115	0.52	222
15:50	04:30	9/16"	0.5625	160	0.25	644
16:20	05:00	5/16"	0.3125	175	0.08	2282
16:50	05:30	4/16"	0.25	200	0.05	4074
16:55	05:35	3/16"	0.1875	210	0.03	7605

FRAGUADO INICIAL (F.I)	:	04:27
FRAGUADO FINAL (F.F)	:	05:28

LEYENDA

Agregado fino: Arena Gruesa. Cantera "La Gloria"
 Agregado Grueso: Canto Rodado. Ribera rio Chillón
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia:

REFERENCIAS

Capítulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.11 - B

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO: CANTO RODADO						
Tipo de Cemento		SOL TIPO I				
Relacion a/c		0.60				
Hora de Inicio		10:40				
Ensayo N°		2				
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg2)	PRESION (lb/pulg2)
13:40	03:00	1"	1	90	0.79	115
14:10	03:30	13/16"	0.8125	110	0.52	212
15:10	04:30	9/16"	0.5625	120	0.25	483
15:40	05:00	5/16"	0.3125	170	0.08	2216
16:10	05:30	4/16"	0.25	180	0.05	3667
16:15	05:35	3/16"	0.1875	195	0.03	7062
16:25	05:45	3/16"	0.1875	215	0.03	7787

FRAGUADO INICIAL (F.I)	04:30
FRAGUADO FINAL (F.F)	05:30

LEYENDA

Agregado fino: Arena Gruesa. Cantera "La Gloria"
 Agregado Grueso: Canto Rodado. Ribera rio Chillón
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia:

REFERENCIAS

Capítulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.12 - A

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO:PIEDRA CHANCADA						
Tipo de Cemento			SOL TIPO I			
Relacion a/c			0.65			
Hora de Inicio			10:00			
Ensayo N°			1			
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
13:00	03:00	1"	1	32	0.79	41
14:30	04:30	13/16"	0.8125	102	0.52	197
15:30	05:30	5/16"	0.3125	151	0.08	1969
16:05	06:05	3/16"	0.1875	110	0.03	3984
16:20	06:20	3/16"	0.1875	192	0.03	6954

FRAGUADO INICIAL (F.I)	:	04:40
FRAGUADO FINAL (F.F)	:	06:05

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada.
Procedencia: Cantera "La Gloria"
Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

Capítulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.12 - B

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO:PIEDRA CHANCADA						
Tipo de Cemento			SOL TIPO I			
Relacion a/c			0.65			
Hora de Inicio			10:40			
Ensayo N°			2			
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg2)	PRESION (lb/pulg2)
13:40	03:00	1"	1	30	0.79	38
15:10	04:30	13/16"	0.8125	99	0.52	191
16:10	05:30	5/16"	0.3125	160	0.08	2086
16:45	06:05	3/16"	0.1875	112	0.03	4056
17:00	06:20	3/16"	0.1875	189	0.03	6845

FRAGUADO INICIAL (F.I)	:	04:39
FRAGUADO FINAL (F.F)	:	06:04

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

Capitulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capitulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capitulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.13 - A

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO: CANTO RODADO						
Tipo de Cemento			SOL TIPO I			
Relacion a/c			0.65			
Hora de Inicio			10:40			
Ensayo N°			1			
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
13:40	03:00	1"	1	75	0.79	95
15:10	04:30	13/16"	0.8125	120	0.52	231
16:10	05:30	5/16"	0.3125	130	0.08	1695
16:45	06:05	3/16"	0.1875	150	0.03	5432

FRAGUADO INICIAL (F.I)	04:41
FRAGUADO FINAL (F.F)	05:51

LEYENDA

Procedencia:
 Agregado fino: Arena Gruesa. Cantera "La Gloria"
 Agregado Grueso: Canto Rodado. Ribera rio Chillón
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

Capitulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capitulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capitulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.13 - B

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO:CANTO RODADO						
Tipo de Cemento			SOL TIPO I			
Relacion a/c			0.65			
Hora de Inicio			10:40			
Ensayo N°			2			
HORA	TIEMPO	DIAMETRO DE AGUJA	Longitud DIAMETRAL	FUERZA	AREA	PRESION
(h:m)	(h:m)	(pulg)	(pulg)	(lb)	(pulg2)	(lb/pulg2)
13:40	03:00	1"	1	70	0.79	89
15:10	04:30	13/16"	0.8125	115	0.52	222
16:10	05:30	5/16"	0.3125	140	0.08	1825
16:45	06:05	3/16"	0.1875	160	0.03	5795
			0.1875			

FRAGUADO INICIAL (F.I)	04:40
FRAGUADO FINAL (F.F)	05:49

LEYENDA

Agregado fino: Arena Gruesa. Cantera "La Gloria"
 Agregado Grueso: Canto Rodado. Ribera rio Chillón
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia:

REFERENCIAS

Capitulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capitulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capitulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.14 - A

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO:PIEDRA CHANCADA						
Tipo de Cemento			SOL TIPO I			
Relacion a/c			0.70			
Hora de Inicio			09:40			
Ensayo N°			1			
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
13:10	03:30	1"	1	60	0.79	76
14:10	04:30	13/16"	0.8125	95	0.52	183
15:10	05:30	9/16"	0.5625	115	0.25	463
16:10	06:30	4/16"	0.25	150	0.05	3056
16:40	07:00	3/16"	0.1875	183	0.03	6628

FRAGUADO INICIAL (F.I)	:	05:31
FRAGUADO FINAL (F.F)	:	06:38

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM - UNI

REFERENCIAS

Capítulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.14 - B

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO:PIEDRA CHANCADA						
Tipo de Cemento			SOL TIPO I			
Relacion a/c			0.70			
Hora de Inicio			10:00			
Ensayo N°			2			
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg2)	PRESION (lb/pulg2)
13:30	03:30	1"	1	70	0.79	89
14:30	04:30	13/16"	0.8125	100	0.52	193
15:30	05:30	9/16"	0.5625	125	0.25	503
16:30	06:30	4/16"	0.25	170	0.05	3463
17:00	07:00	3/16"	0.1875	190	0.03	6881

FRAGUADO INICIAL (F.I)	:	05:29
FRAGUADO FINAL (F.F)	:	06:35

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra chancada.
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM - UNI

REFERENCIAS

Capítulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.15 - A

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO:CANTO RODADO						
Tipo de Cemento			SOL TIPO I			
Relacion a/c			0.70			
Hora de Inicio			10:10			
Ensayo N°			1			
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg2)	PRESION (lb/pulg2)
13:40	03:30	1"	1	60	0.79	76
14:40	04:30	13/16"	0.8125	100	0.52	193
15:40	05:30	9/16"	0.5625	140	0.25	563
16:40	06:30	4/16"	0.25	170	0.05	3463
17:10	07:00	3/16"	0.1875	210	0.03	7605

FRAGUADO INICIAL (F.I)	:	05:20
FRAGUADO FINAL (F.F)	:	06:33

LEYENDA

Agregado fino: Arena Gruesa. Cantera "La Gloria"
 Agregado Grueso: Canto Rodado. Ribera rio Chillón
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Procedencia:

REFERENCIAS

Capitulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capitulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capitulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.15 - B

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO AGREGADO GRUESO: CANTO RODADO						
Tipo de Cemento			SOL TIPO I			
Relacion a/c			0.70			
Hora de Inicio			10:20			
Ensayo N°			2			
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	Longitud DIAMETRAL (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
13:50	03:30	1"	1	70	0.79	89
14:50	04:30	13/16"	0.8125	110	0.52	212
15:50	05:30	9/16"	0.5625	150	0.25	604
16:50	06:30	4/16"	0.25	170	0.05	3463
17:20	07:00	3/16"	0.1875	200	0.03	7243

FRAGUADO INICIAL (F.I)	:	05:14
FRAGUADO FINAL (F.F)	:	06:34

LEYENDA

Procedencia:
 Agregado fino: Arena Gruesa. Cantera "La Gloria"
 Agregado Grueso: Canto Rodado. Ribera rio Chillón
 Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

REFERENCIAS

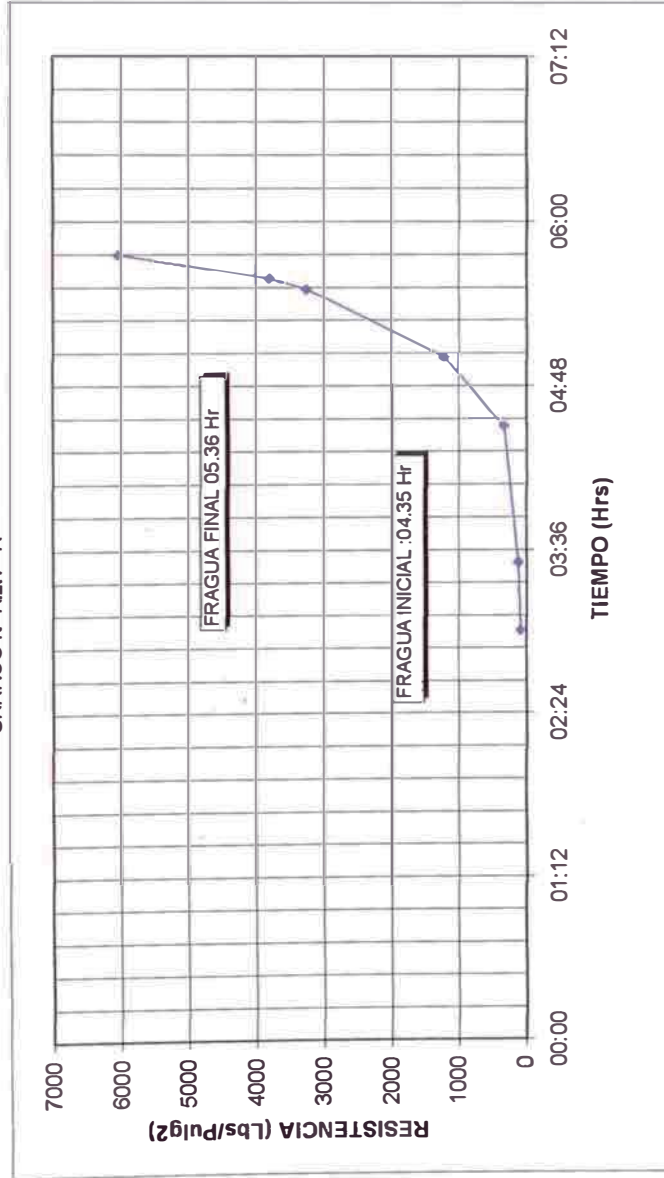
Capítulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
 Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos
 Capítulo VIII : Análisis de resultados

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C 0.60 AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"

ENSAYO : N° 01

GRAFICO N° A.2.1 - A



REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capítulo VIII : Análisis de resultados

Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"

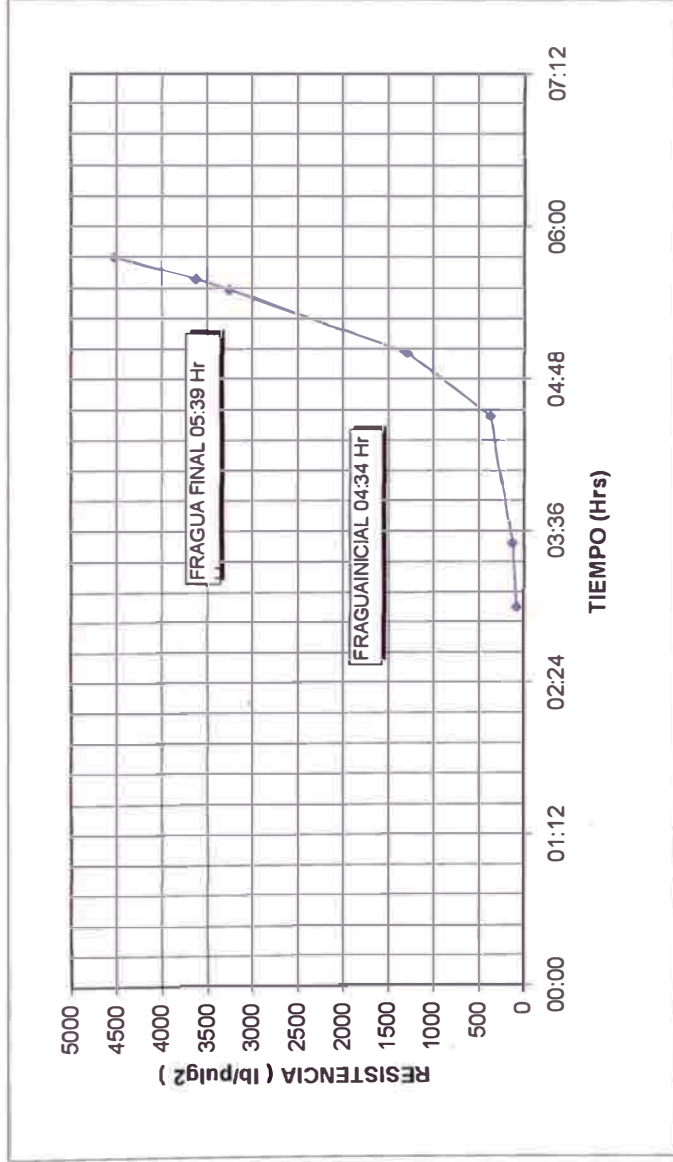
Rodolfo Gamarra Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C 0.60 AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"

ENSAYO : N° 02

GRAFICO N° A.2.1 - B



REFERENCIAS

Capitulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capitulo VIII : Analisis de resultados

Capitulo VII : Cuadros de resultados y graficos

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

cimento Portland tipo I"

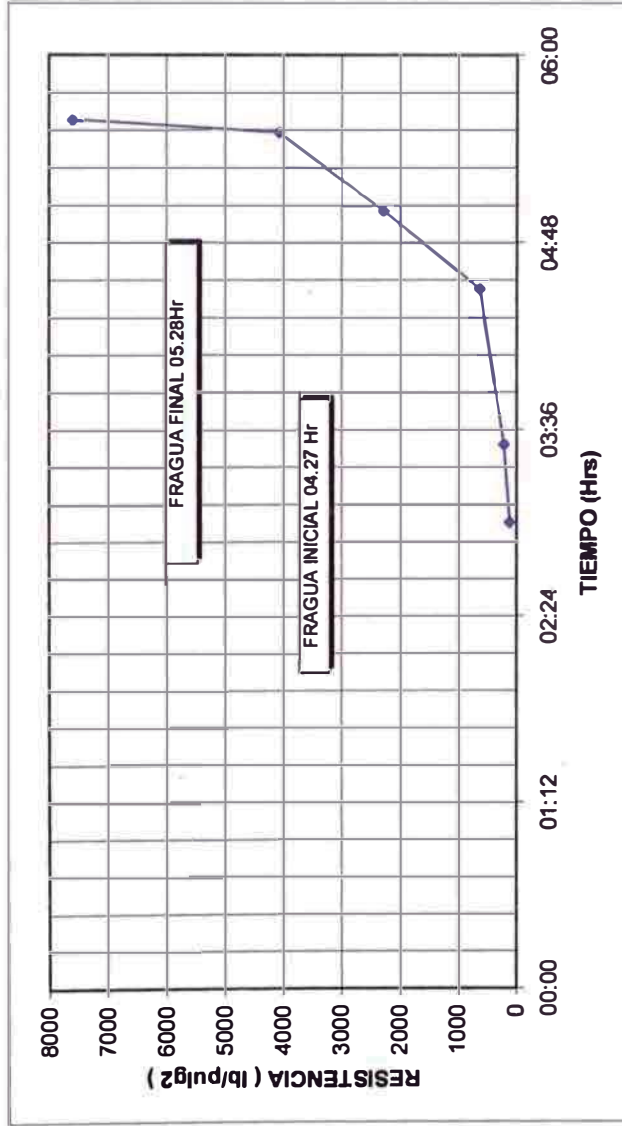
Rodolfo Gamarra Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C : 0.60

AGREGADO GRUESO CANTO RODADO

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO : N° 01

GRAFICO N° A.2.2 - A



REFERENCIAS

Capitulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco
Capitulo VIII : Analisis de resultados

Capitulo VII : Cuadros de resultados y graficos

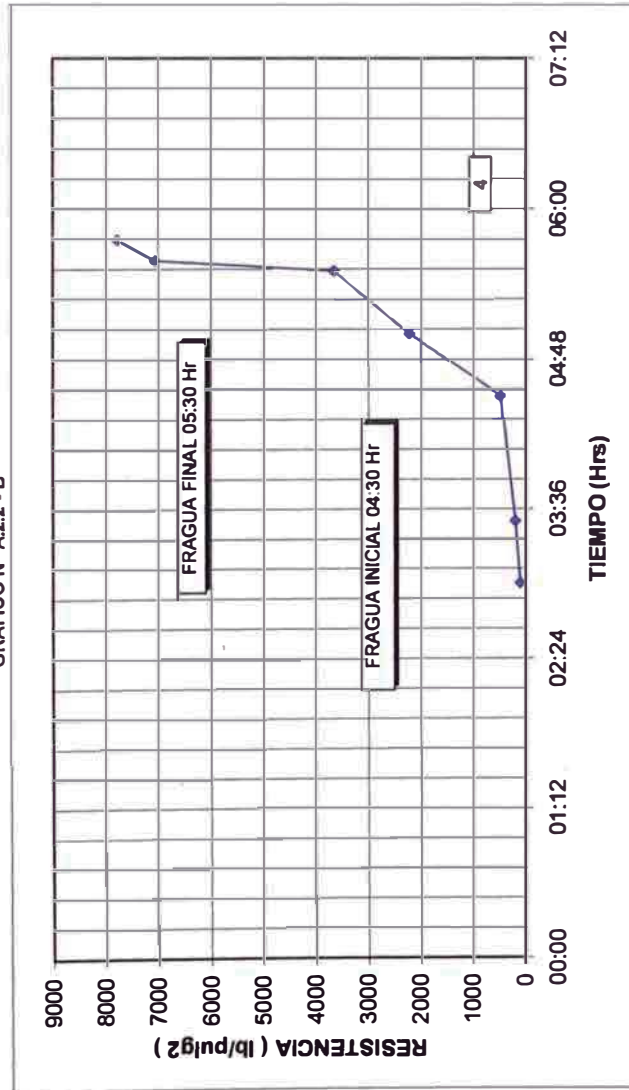
Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C : 0.60

AGREGADO GRUESO CANTO RODADO

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO : N° 02

GRAFICO N° A.2.2 - B



REFERENCIAS

Capitulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capitulo VIII : Analisis de resultados

Capitulo VII : Cuadros de resultados y graficos

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

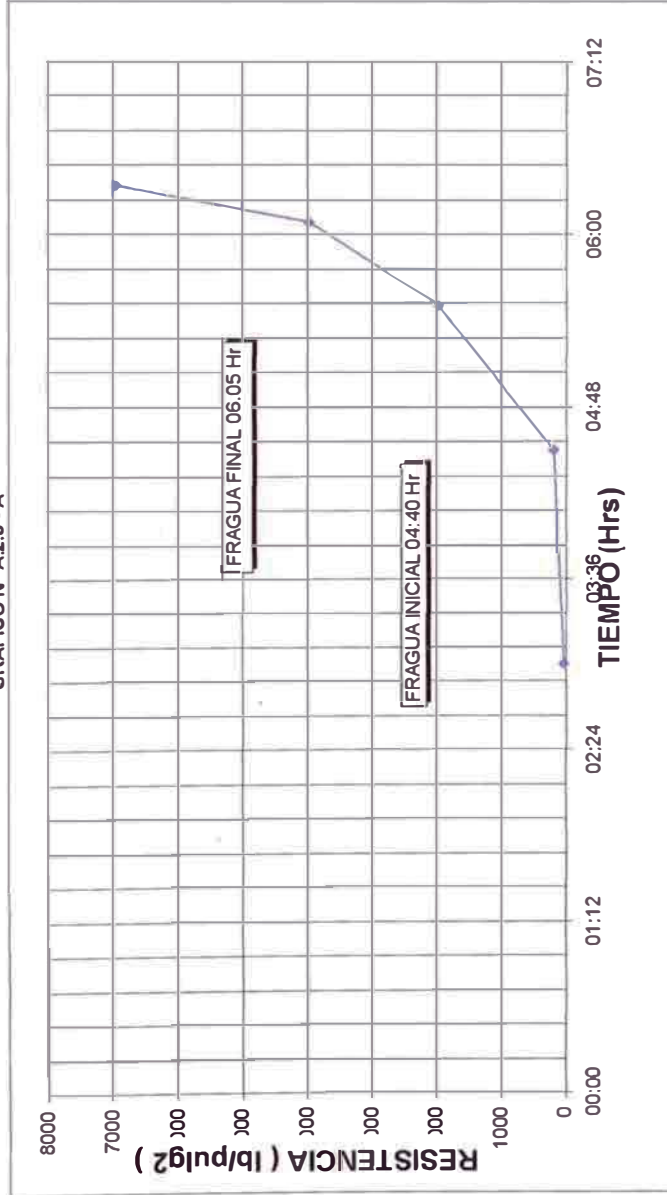
cimento Portland tipo I"

Rodolfo Gamarra Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C 0.65 AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO N° : 01

GRAFICO N° A.2.3 - A



REFERENCIAS

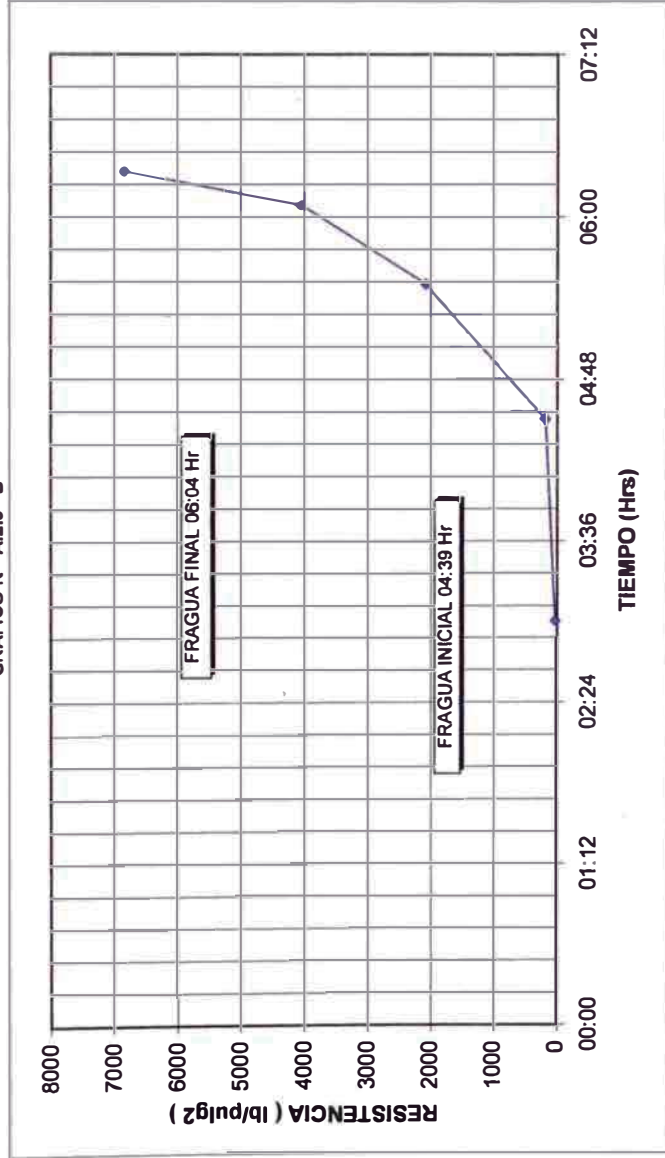
Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco
Capítulo VIII : Análisis de resultados
Capítulo VII : Cuadros de resultados y gráficos

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C : 0.65 AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO N° : 02

GRAFICO N° A.2.3 - B



REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco
Capítulo VIII: Análisis de resultados

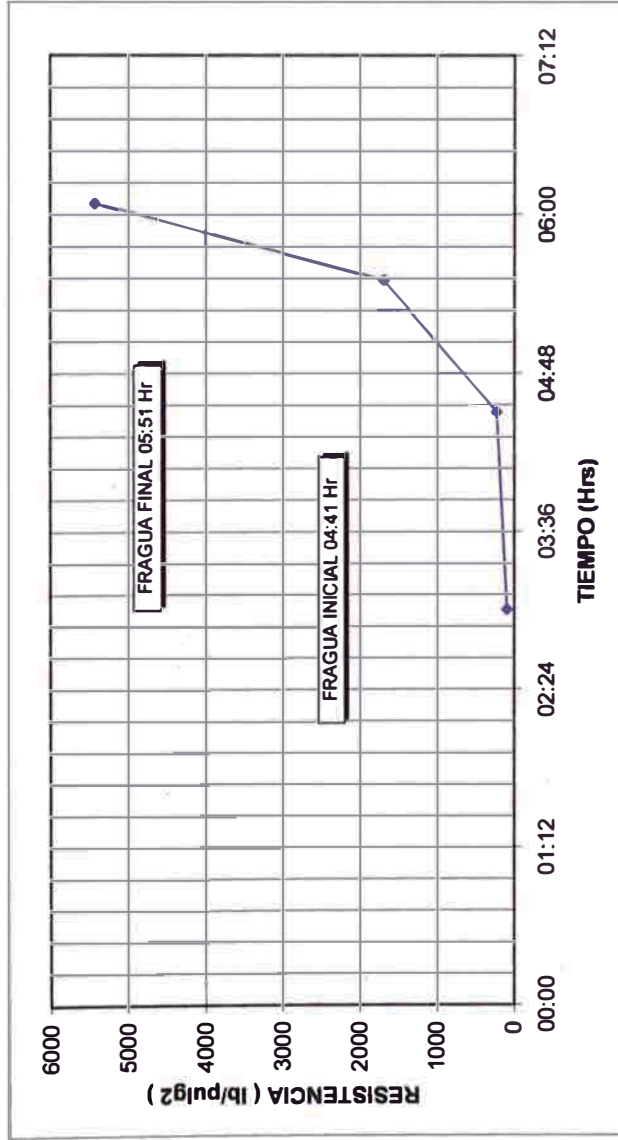
Capítulo VII: Cuadros de resultados y gráficos

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C : 0.65

AGREGADO GRUESO CANTO RODADO

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO : N° 01

GRAFICO N° A.2.4 - A



REFERENCIAS

Capitulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco
Capitulo VIII : Analisis de resultados

Capitulo VII : Cuadros de resultados y graficos

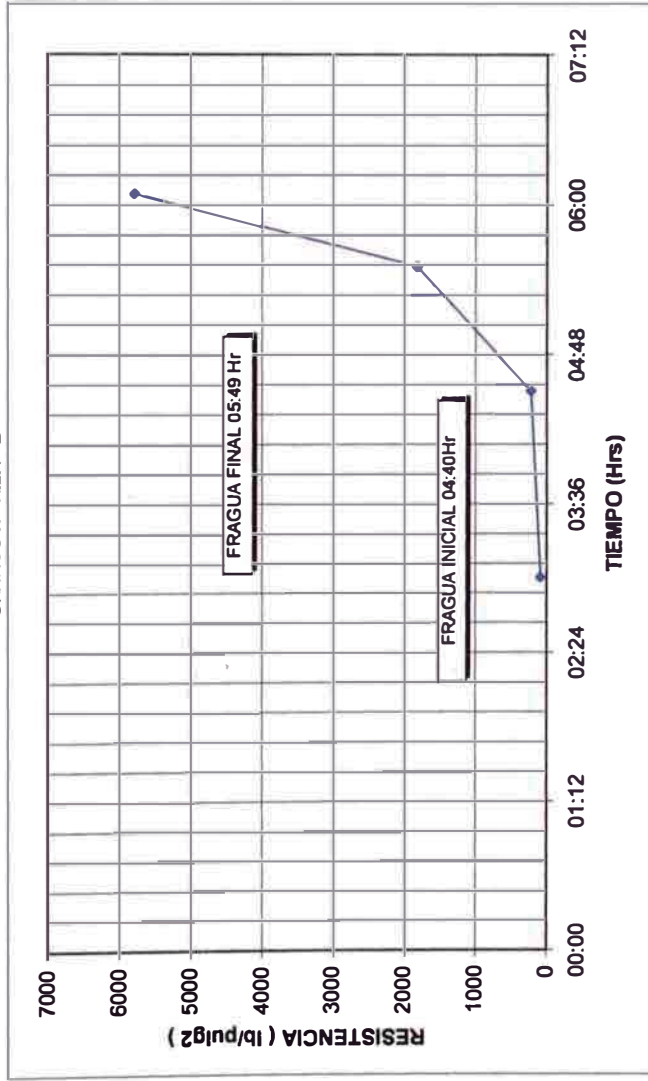
Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C : 0.65

AGREGADO GRUESO CANTO RODADO

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO : N° 02

GRAFICO N° A.2.4 - B



REFERENCIAS

Capitulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco
Capitulo VIII : Analisis de resultados

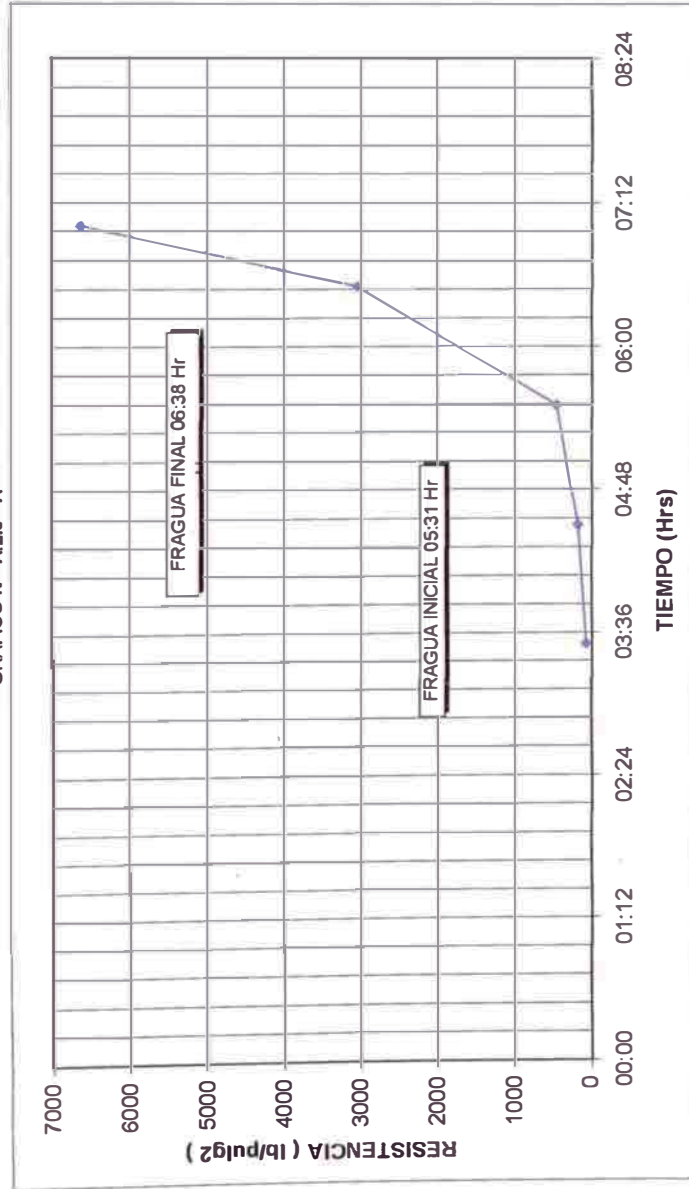
Capitulo VII : Cuadros de resultados y graficos

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C : 0.70 AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO N° : 01

GRAFICO N ° A.2.5 - A



REFERENCIAS

Capítulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco
Capítulo VIII: Análisis de resultados

Capítulo VII: Cuadros de resultados y gráficos

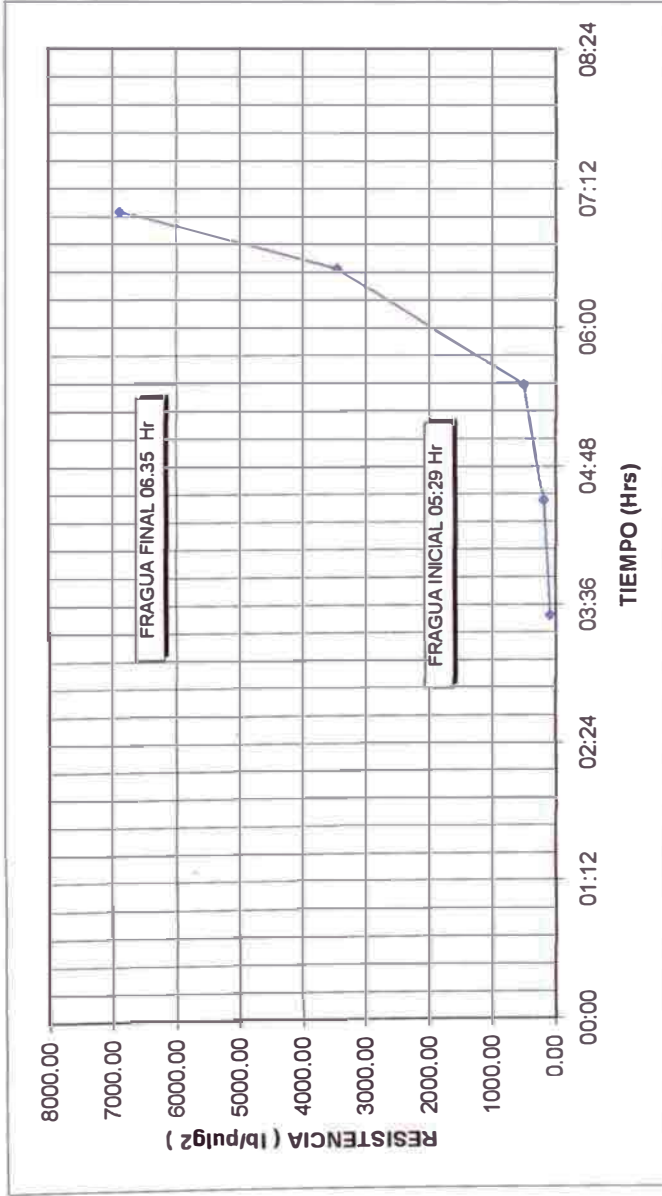
Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

cimento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C : 0.70 AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO N° : 02

GRAFICO N °A.2.5 - B



REFERENCIAS

Capitulo IV : Propiedades del concreto en el estado fresco
Capitulo VIII : Analisis de resultados

Capitulo VII : Cuadros de resultados y graficos

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

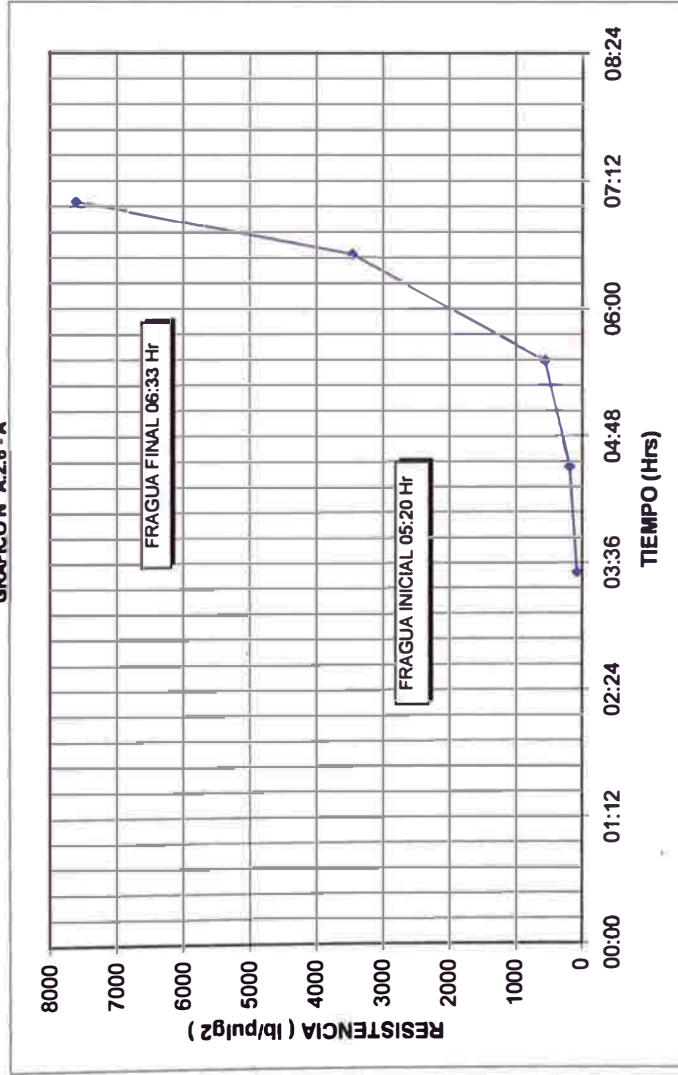
cimento Portland tipo I"
Rodolfo Gamaera Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C : 0.70

AGREGADO GRUESO CANTO RODADO

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO : N° 01

GRAFICO N° A.2.6 - A



REFERENCIAS

Capitulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capitulo VIII : Analisis de resultados

Capitulo VII : Cuadros de resultados y graficos

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando

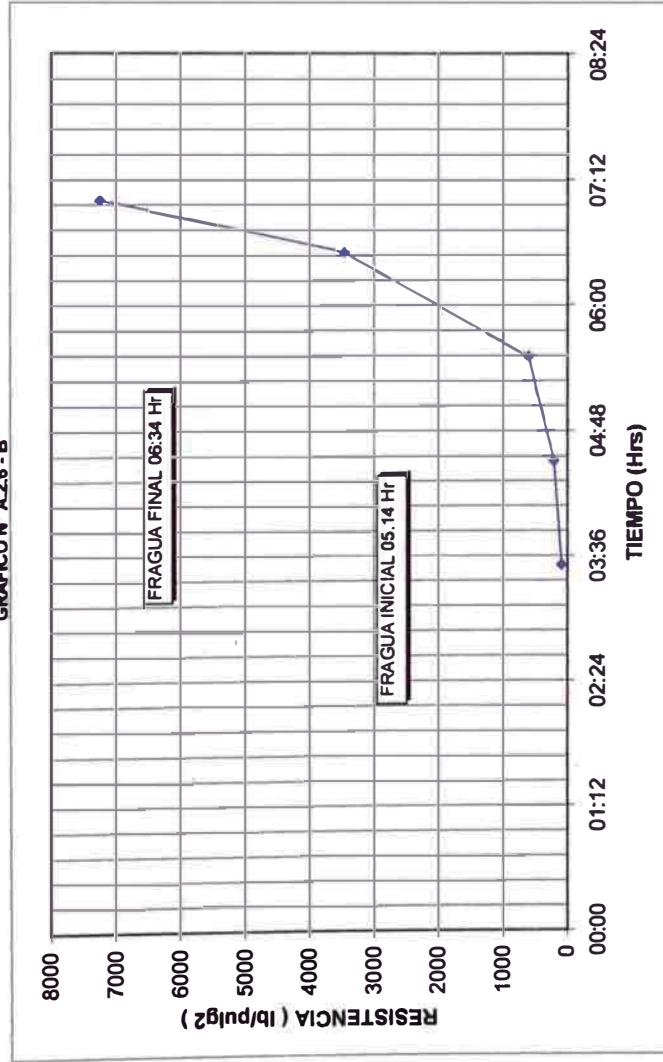
cimento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO PARA A/C : 0.70

AGREGADO GRUESO CANTO RODADO

CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL"
ENSAYO : N° 02

GRAFICO N° A.2.6 - B



REFERENCIAS

Capitulo IV: Propiedades del concreto en el estado fresco

Capitulo VIII : Analisis de resultados

Capitulo VII : Cuadros de resultados y graficos

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

CUADRO N° A.2.16				
ENSAYO DE COMPRESION				
AGREGADO GRUESO DE PERFIL ANGULAR				
A/C = 0.60				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
43,500.00	14.95	175.54	247.81	246.01
43,900.00	15.00	176.71	248.43	
43,300.00	15.10	179.08	241.79	
14 dias				
54,900.00	14.97	176.01	311.91	309.64
55,100.00	15.05	177.89	309.74	
54,300.00	15.00	176.71	307.28	
28 dias				
61,500.00	15.00	176.71	348.03	344.38
61,000.00	15.10	179.08	340.63	
61,200.00	15.10	179.08	341.75	
60,700.00	15.00	176.71	343.50	
61,300.00	14.95	175.54	349.21	
60,400.00	14.97	176.01	343.16	

REFERENCIAS

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.17				
ENSAYO DE COMPRESION				
AGREGADO GRUESO DE PERFIL ANGULAR				
A/C = 0.65				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
41,300.00	15.00	176.71	233.72	236.12
42,500.00	14.90	174.37	243.73	
41,900.00	15.20	181.46	230.90	
14 dias				
50,300.00	14.90	174.37	288.47	282.48
49,200.00	15.05	177.89	276.58	
49,900.00	15.00	176.71	282.38	
28 dias				
53,400.00	15.00	176.71	302.19	300.51
53,700.00	14.95	175.54	305.91	
52,600.00	15.00	176.71	297.66	
53,200.00	14.90	174.37	305.10	
52,600.00	15.10	179.08	293.72	
53,100.00	15.05	177.89	298.50	

REFERENCIAS

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.18				
ENSAYO DE COMPRESION				
AGREGADO GRUESO DE PERFIL ANGULAR				
A/C = 0.70				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
36,700.00	14.90	174.37	210.47	212.31
37,000.00	15.00	176.71	209.38	
37,600.00	14.85	173.20	217.09	
14 dias				
42,600.00	14.95	175.54	242.68	240.40
42,100.00	15.00	176.71	238.24	
41,900.00	14.90	174.37	240.29	
28 dias				
47,200.00	15.00	176.71	267.10	270.16
47,800.00	15.10	179.08	266.92	
48,080.00	14.95	175.54	273.90	
46,400.00	15.00	176.71	262.58	
49,200.00	15.05	177.89	276.58	
48,200.00	14.97	176.01	273.85	

REFERENCIAS

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.19				
ENSAYO DE COMPRESION				
AGREGADO GRUESO PERFIL DE CANTO RODADO				
A/C = 0.60				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
42,900.00	15.00	176.71	242.77	242.53
42,600.00	14.90	174.37	244.31	
42,500.00	15.00	176.71	240.51	
14 dias				
53,700.00	15.10	179.08	299.87	303.88
54,200.00	14.95	175.54	308.76	
53,900.00	15.05	177.89	303.00	
28 dias				
59,800.00	15.00	176.71	338.41	342.66
59,600.00	14.90	174.37	341.80	
60,200.00	14.95	175.54	342.94	
60,800.00	15.00	176.71	344.07	
60,500.00	14.90	174.37	346.96	
60,400.00	15.00	176.71	341.80	

REFERENCIAS

Capitulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capitulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capitulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.20				
ENSAYO DE COMPRESION				
AGREGADO GRUESO PERFIL DE CANTO RODADO				
A/C = 0.65				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
41,200.00	14.90	174.37	236.28	233.08
41,000.00	14.90	174.37	235.13	
40,800.00	15.10	179.08	227.83	
14 dias				
49,100.00	15.00	176.71	277.86	279.58
48,800.00	14.90	174.37	279.86	
49,000.00	14.90	174.37	281.01	
28 dias				
52,700.00	14.90	174.37	302.23	297.39
52,400.00	15.00	176.71	296.53	
51,800.00	14.90	174.37	297.07	
52,200.00	15.00	176.71	295.40	
52,600.00	15.10	179.08	293.72	
52,900.00	15.00	176.71	299.36	

REFERENCIAS

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.21				
ENSAYO DE COMPRESION				
AGREGADO GRUESO PERFIL DE CANTO RODADO				
A/C = 0.70				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
36,900.00	15.00	176.71	208.82	208.39
36,100.00	14.90	174.37	207.03	
36,500.00	14.90	174.37	209.32	
14 dias				
42,300.00	14.90	174.37	242.59	238.64
42,000.00	15.00	176.71	237.68	
42,200.00	15.10	179.08	235.65	
28 dias				
46,700.00	14.95	175.54	266.04	263.56
46,200.00	14.90	174.37	264.95	
46,000.00	15.10	179.08	256.87	
46,800.00	15.00	176.71	264.84	
46,500.00	14.90	174.37	266.67	
46,300.00	15.00	176.71	262.01	

REFERENCIAS

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capitulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capitulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.22

ENSAYO DE COMPRESION DIAMETRAL AGREGADO GRUESO DE PIEDRA CHANCADA					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Perfil de agregado grueso:			Piedra Chancada		
Edad del Concreto			28 dias		
Nro Diseño	Diametro D(cm)	Longitud L(cm)	Carga P(Tn)	ft (kg/cm ²)	ft Prom. (kg/cm ²)
A/C = 0.60					
b1	15.00	30.2	22.4	30.5	31.3
	14.95	30.2	21.9	30.9	
	15.00	30.7	23.6	32.6	
A/C = 0.65					
b2	14.90	30.1	21.3	30.2	30.4
	15.05	30.4	21.6	30.1	
	15.20	30.5	22.5	30.9	
A/C = 0.70					
b3	15.00	30.6	21.5	29.8	29.5
	15.05	30.5	21.3	29.5	
	14.90	30.2	20.5	29.0	

LEYENDA

Agregado Grueso

: Piedra Chancada

Agregado fino

: Arena Gruesa

Laboratorio

: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

PROCEDENCIA

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

REFERENCIA

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.23

ENSAYO DE COMPRESION DIAMETRAL AGREGADO GRUESO DE CANTO RODADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Perfil de agregado grueso:			Canto Rodado		
Edad del Concreto			28 dias		
Nro Diseño	Diametro (cm)	Longitud (cm)	Carga (Tn)	ft (kg/cm ²)	ft Prom. (kg/cm ²)
A/C = 0.60					
b1	15.0	30.2	19.9	28.0	28.0
	14.9	30.5	19.5	27.3	
	14.9	30.7	20.6	28.7	
A/C = 0.65					
b2	15.10	30.4	19.5	27.0	26.3
	15.30	30.2	19	26.2	
	15.00	30.5	18.5	25.7	
A/C = 0.70					
b3	15.0	30.1	18.5	26.1	25.8
	15.0	30.6	18.8	26.1	
	14.9	30.2	17.8	25.2	

LEYENDA

Agregado Grueso:

; Canto Rodado

Agregado fino:

; Arena Gruesa

Laboratorio:

; Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

PROCEDENCIA

Riberas del Rio Chillón

Cantera "La Gloria"

REFERENCIA

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.24

ENSAYO DE FLEXION CON PERFIL AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA					
Tipo de Cemento			SOL TIPO 1		
Perfil de agregado grueso:			Piedra Chancada		
Edad del Concreto			28 dias		
L (cm)	b (cm)	h (cm)	Carga P(Kg)	Mr (kgxcm ²)	Mr Promedio
A/C = 0.60					
76.2	15.00	15	2050	46.3	45.6
76.3	15.00	15	1980	44.8	
76.2	15.00	15	2020	45.6	
A/C = 0.65					
76.3	15.00	15	1850	41.8	40.1
76.2	15.00	15	1750	39.5	
76.2	15.00	15	1720	38.8	
A/C = 0.70					
76.2	15.00	15	1700	38.4	38.0
76.3	15.00	15	1650	37.3	
76.3	15.00	15	1690	38.2	

LEYENDA

Agregado Grueso

: Piedra Chancada

Agregado fino

: Arena Gruesa

Laboratorio

: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

PROCEDENCIA

Cantera "La Gloria"

Cantera "La Gloria"

REFERENCIA

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.25

ENSAYO DE FLEXION CON PERFIL AGREGADO GRUESO CANTO RODADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO 1		
Perfil de agregado grueso:			Canto Rodado		
Edad del Concreto			28 dias		
L (cm)	b (cm)	h (cm)	Carga P(Kg)	Mr (kgxcm ²)	Mr Promedio
A/C = 0.60					
76.25	15.00	15	1755	39.7	42.2
76.2	15.00	15	1950	44.0	
76.3	15.00	15	1900	43.0	
A/C = 0.65					
76.25	15.00	15	1390	31.4	35.7
76.3	15.00	15	1800	40.7	
76.2	15.00	15	1550	35.0	
A/C = 0.70					
76.2	15.00	15	1420	32.1	33.2
76.3	15.00	15	1490	33.7	
76.25	15.00	15	1500	33.9	

LEYENDA

Agregado Grueso: : Canto Rodado
 Agregado fino: : Arena Gruesa
 Laboratorio: : Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

PROCEDENCIA

Riberas del Rio Chillón
 Cantera "La Gloria"

REFERENCIA

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido
 Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos
 Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.26

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento			SOL		
Asentamiento			3" a 4"		
Relacion de a/c			0.60		
Perfil Agregado Grueso			Piedra chancada		
Edad del Concreto			28 dias		
Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lectura izquierda	Lectura derecha	Promedio corregido	Deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	11.32	0.1	0.1	0.1	0.10
4000	22.64	0.1	0.1	0.1	0.10
6000	33.95	0.2	0.2	0.2	0.20
8000	45.27	0.6	0.3	0.5	0.45
10000	56.59	1.1	0.8	1.0	0.95
12000	67.91	1.4	1.3	1.4	1.35
14000	79.22	1.7	1.8	1.8	1.75
16000	90.54	2.1	2.0	2.1	2.05
18000	101.86	2.5	2.4	2.5	2.45
20000	113.18	2.8	3.0	2.9	2.90
22000	124.49	3.2	3.3	3.3	3.25
24000	135.81	3.7	3.8	3.8	3.75
26000	147.13	4.2	4.2	4.2	4.20
28000	158.45	4.7	4.7	4.7	4.70
30000.0	169.8	5.1	5.1	5.1	5.1
32000.0	181.1	5.5	5.5	5.5	5.5
34000	192.40	6.1	5.9	6.0	6.00
36000	203.72	6.4	6.2	6.3	6.30
38000	215.04	7.0	6.8	6.9	6.90
40000	226.35	7.5	7.2	7.4	7.35
42000	237.67	7.9	7.9	7.9	7.90
44000	248.99	8.4	8.3	8.4	8.35
46000	260.31	9.0	8.7	8.9	8.85
48000	271.62	9.5	9.1	9.3	9.30
50000	282.94	10.1	9.9	10.0	10.00
52000	294.26	10.8	10.3	10.6	10.55
54000	305.58	11.3	10.9	11.1	11.10
56000	316.90	11.9	11.2	11.6	11.55
58000	328.21	12.6	11.9	12.3	12.25
60000	339.53	13.3	12.2	12.8	12.75
61000	345.19	13.5	12.5	13.0	13.00

Diametro(cm)	15.00	S1(kg/cm ²) =	46.40
Area(cm ²)	176.71	S2(kg/cm ²) =	136.94
Carga Maxima(kg)	60500	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	342.4	e2 =	3.80
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	136.94	Ec =	2.75E+05

REFERENCIA

Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido

Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos

Capítulo VIII : Análisis de resultados

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

CUADRO N° A.2.27

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento			SOL		
Asentamiento			3" a 4"		
Relacion de a/c			0.65		
Perfil Agregado Grueso			Piedra Chancada		
Edad del Concreto			28 dias		
Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Lectura izquierda	Lectura derecha	Promedio corregido	Deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.2	0.2	0.15
2000	11.17	0.2	0.2	0.2	0.20
4000	22.34	0.2	0.2	0.2	0.20
6000	33.50	0.3	0.3	0.3	0.30
8000	44.67	0.4	0.4	0.4	0.40
10000	55.84	0.8	0.8	0.8	0.80
12000	67.01	1.3	1.2	1.3	1.25
14000	78.18	2.3	1.6	2.0	1.95
16000	89.35	2.6	2.0	2.3	2.30
18000	100.51	2.8	2.4	2.6	2.60
20000	111.68	3.1	2.7	2.9	2.90
22000	122.85	3.7	3.1	3.4	3.40
24000	134.02	4.2	3.5	3.9	3.85
26000	145.19	4.6	3.9	4.3	4.25
28000	156.36	5.1	4.2	4.7	4.65
30000	167.52	5.9	4.7	5.3	5.30
32000	178.69	6.3	5.2	5.8	5.75
34000	189.86	6.7	5.4	6.1	6.05
36000	201.03	7.2	5.9	6.6	6.55
38000	212.20	7.7	6.3	7.0	7.00
40000	223.37	8.5	6.8	7.7	7.65
42000	234.53	8.9	7.2	8.1	8.05
44000	245.70	9.5	7.7	8.6	8.60
46000	256.87	10.1	8.1	9.1	9.10
48000	268.04	10.7	8.5	9.6	9.60
50000	279.21	11.3	9.0	10.2	10.15
52000	290.38	12.1	9.5	10.8	10.80
53000	295.96	12.4	10.0	11.2	11.20

Diametro(cm)	15.1	S1(kg/cm2) =	47.47
Area(cm2)	179.1	S2(kg/cm2) =	117.27
Carga Maxima(kg)	52500	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm2)	293.2	e2 =	3.15
E2=0.4 f'cr (kg/cm2)	117.27	Ec =	2.63E+05

REFERENCIA

- Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido
- Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos
- Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.28

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento			SOL		
Asentamiento			3" a 4"		
Relacion de a/c			0.70		
Perfil Agregado Grueso			Piedra Chancada		
Edad del Concreto			28 días		
Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lectura izquierda	Lectura derecha	Promedio corregido	Deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	11.09	0.1	0.2	0.15	0.15
4000	22.19	0.3	0.2	0.3	0.25
6000	33.28	0.3	0.3	0.3	0.30
8000	44.38	0.5	0.4	0.5	0.45
10000	55.47	0.8	0.8	0.8	0.80
12000	66.57	1.3	1.3	1.3	1.30
14000	77.66	2.3	1.7	2.0	2.00
16000	88.76	2.6	2.0	2.3	2.30
18000	99.85	3.0	2.5	2.6	2.75
20000	110.95	3.3	2.6	3.0	2.95
22000	122.04	3.7	3.1	3.4	3.40
24000	133.14	4.2	3.5	3.9	3.85
26000	144.23	4.6	3.9	4.3	4.25
28000	155.33	5.1	4.3	4.7	4.70
30000	166.42	5.4	4.6	5.0	5.00
32000	177.51	6.1	5.2	5.7	5.65
34000	188.61	6.4	5.4	5.9	5.90
36000	199.70	7.2	6.0	6.6	6.60
38000	210.80	7.5	6.3	6.9	6.90
40000	221.89	8.5	6.8	7.7	7.65
42000	232.99	8.9	7.2	8.1	8.05
44000	244.08	9.4	7.7	8.6	8.55
46000	255.18	10.1	8.0	9.0	9.03
48000	266.27	10.5	8.5	9.5	9.50

Diametro(cm)	15.15	S1(kg/cm ²) =	45.96
Area(cm ²)	180.3	S2(kg/cm ²) =	104.29
Carga Maxima(kg)	47000	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	260.7	e2 =	2.83
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	104.29	Ec =	2.50E+05

REFERENCIA

- Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido
- Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos
- Capítulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.29

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento			SOL		
Asentamiento			3" a 4"		
Relacion de a/c			0.60		
Perfil Agregado Grueso			Canto Rodado		
Edad del Concreto			28 dias		
Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lectura izquierda	Lectura derecha	Promedio corregido	Deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.2	0.2	0.2	0.20
2000	11.17	0.3	0.3	0.3	0.30
4000	22.34	0.4	0.4	0.4	0.40
6000	33.50	0.4	0.5	0.5	0.45
8000	44.67	0.5	0.6	0.6	0.55
10000	55.84	0.6	0.6	0.6	0.60
12000	67.01	1.2	1.0	1.1	1.10
14000	78.18	1.6	1.5	1.6	1.55
16000	89.35	2.1	1.8	2.0	1.95
18000	100.51	2.5	2.2	2.4	2.35
20000	111.68	3.2	2.6	2.9	2.90
22000	122.85	3.5	2.9	3.2	3.20
24000	134.02	4.1	3.3	3.7	3.70
26000	145.19	4.6	3.8	4.2	4.20
28000	156.36	5.1	4.1	4.6	4.60
30000.0	167.5	5.7	4.6	5.2	5.2
32000.0	178.7	6.2	5.0	5.6	5.6
34000	189.86	6.8	5.4	6.1	6.10
36000	201.03	7.3	6.0	6.7	6.65
38000	212.20	7.9	6.3	7.1	7.10
40000	223.37	8.5	6.7	7.6	7.60
42000	234.53	9.0	7.2	8.1	8.10
44000	245.70	9.7	7.6	8.7	8.65
46000	256.87	10.4	8.2	9.3	9.30
48000	268.04	11.0	8.7	9.9	9.85
50000	279.21	11.7	9.2	10.5	10.45
52000	290.38	12.5	9.9	11.2	11.20
53000	295.96	13.2	10.5	11.9	11.85
54000	301.54	13.5	10.8	12.2	12.15
56000	312.71	14.0	11.2	12.6	12.60
58000	323.88	14.2	11.7	13.0	12.95

Diametro(cm)	15.10	S1(kg/cm ²) =	39.09
Area(cm ²)	179.08	S2(kg/cm ²) =	129.55
Carga Maxima(kg)	58000	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	323.88	e2 =	3.50
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	129.55	Ec =	3.0E+05

REFERENCIA

- Capítulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido
- Capítulo VII : Cuadro de resultados y gráficos
- Capítulo VIII : Análisis de resultados

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

CUADRO N° A.2.30

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento			SOL		
Asentamiento			3" a 4"		
Relacion de a/c			0.65		
Perfil Agregado Grueso			Canto Rodado		
Edad del Concreto			28 dias		
Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lectura izquierda	Lectura derecha	Promedio corregido	Deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.2	0.1	0.10
2000	11.47	0.1	0.2	0.2	0.15
4000	22.94	0.2	0.3	0.3	0.25
6000	34.41	0.6	0.6	0.6	0.60
8000	45.88	1.1	1.0	1.1	1.05
10000	57.35	1.6	1.3	1.5	1.45
12000	68.82	2.0	1.7	1.9	1.85
14000	80.29	2.4	2.0	2.2	2.20
16000	91.76	2.9	2.4	2.7	2.65
18000	103.23	3.4	2.8	3.1	3.10
20000	114.70	3.9	3.2	3.6	3.55
22000	126.17	4.4	3.5	4.0	3.95
24000	137.64	4.7	4.0	4.4	4.35
26000	149.11	5.2	4.5	4.9	4.85
28000	160.58	5.7	4.8	5.3	5.25
30000	172.05	6.2	5.1	5.7	5.65
32000	183.52	6.7	5.7	6.2	6.20
34000	194.99	7.3	6.1	6.7	6.70
36000	206.46	7.9	6.5	7.2	7.20
38000	217.93	8.4	6.9	7.7	7.65
40000	229.40	8.9	7.4	8.2	8.15
42000	240.87	9.5	7.9	8.7	8.70
44000	252.34	10.1	8.4	9.3	9.25
46000	263.81	10.7	8.8	9.8	9.75
48000	275.28	11.3	9.4	10.4	10.35
50000	286.75	12.0	10.0	11.0	11.00
52000	298.22	12.6	10.5	11.6	11.55
53000	303.96	13.4	11.1	12.3	12.25

Diametro(cm)	14.9	S1(kg/cm ²) =	31.13
Area(cm ²)	174.4	S2(kg/cm ²) =	120.44
Carga Maxima(kg)	52500	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	301.1	e2 =	3.75
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	120.44	Ec =	2.7E+05

REFERENCIA

- Capitulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido
 Capitulo VII : Cuadro de resultados y gráficos
 Capitulo VIII : Análisis de resultados

CUADRO N° A.2.31

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento			SOL		
Asentamiento			3" a 4"		
Relacion de a/c			0.70		
Perfil Agregado Grueso			Canto Rodado		
Edad del Concreto			28 dias		
Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lectura izquierda	Lectura derecha	Promedio corregido	Deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
c	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	11.32	0.1	0.2	0.2	0.15
4000	22.64	0.3	0.3	0.3	0.30
6000	33.95	0.7	0.7	0.7	0.70
8000	45.27	1.1	1.0	1.1	1.05
10000	56.59	1.8	1.4	1.6	1.60
12000	67.91	2.0	1.7	1.9	1.85
14000	79.22	2.4	2.0	2.2	2.20
16000	90.54	3.0	2.5	2.8	2.75
18000	101.86	3.4	2.8	3.1	3.10
20000	113.18	3.9	3.2	3.6	3.55
22000	124.49	4.4	3.7	4.1	4.05
24000	135.81	4.7	4.0	4.4	4.35
26000	147.13	5.2	4.3	4.8	4.75
28000	158.45	5.7	4.8	5.3	5.25
30000	169.77	6.0	5.1	5.6	5.55
32000	181.08	6.6	5.6	6.1	6.10
34000	192.40	7.3	6.1	6.7	6.70
36000	203.72	7.9	6.5	7.2	7.20
38000	215.04	8.4	6.9	7.7	7.65
40000	226.35	8.9	7.4	8.2	8.15
42000	237.67	9.5	7.9	8.7	8.70
44000	248.99	10.1	8.4	9.3	9.25
46000	260.31	10.7	8.8	9.8	9.75

Diametro(cm)	15	S1(kg/cm ²) =	28.29
Area(cm ²)	176.7	S2(kg/cm ²) =	104.12
Carga Maxima(kg)	46000	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	260.3	e2 =	3.19
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	104.12	Ec =	2.8E+05

REFERENCIA

- Capitulo V : Propiedades del concreto en el estado endurecido
- Capitulo VII : Cuadro de resultados y gráficos
- Capitulo VIII : Análisis de resultados

ANEXO 3

CUADROS DETALLADOS DEL COSTO DEL CONCRETO POR M3

**PRECIOS POR METRO CUBICO DE CONCRETO
SEGUN RELACION A/C Y PERFIL DE AGREGADO**

Relacion a/c = 0.60

Piedra Chancada

Cuadro N° A.3.1 - A

Componentes del Concreto	Dosificación por m3 de concreto (Kgs)	Dosificación por m3 de concreto (Und. Comerciales)		Precio por Und. Comerc. (S./)	Costo Parcial (S./)
Cemento	358	8.42	Bol	13.56	114.22
Agua	220	58.12	Gal	0.04	2.32
Arena	842	0.33	M3	34.00	11.18
Piedra	913	0.33	M3	42.00	13.79
Costo Total / m3					141.52

Canto Rodado

Cuadro N° A.3.1 - B

Componentes del Concreto	Dosificación por m3 de concreto (Kgs)	Dosificación por m3 de concreto (Und. Comerciales)		Precio por Und. Comerc. (S./)	Costo Parcial (S./)
Cemento	342	8.05	Bol	13.56	109.12
Agua	210	55.48	Gal	0.04	2.22
Arena	869	0.34	M3	34.00	11.54
Piedra	825	0.34	M3	36.00	12.22
Costo Total / m3					135.10

Relacion a/c = 0.65 :

Piedra Chancada

Cuadro N° A.3.1 - C

Componentes del Concreto	Dosificación por m3 de concreto (Kgs)	Dosificación por m3 de concreto (Und. Comerciales)		Precio por Und. Comerc. (S./)	Costo Parcial (S./)
Cemento	323	7.60	Bol	13.56	103.06
Agua	215	56.80	Gal	0.04	2.27
Arena	863	0.34	M3	34.00	11.46
Piedra	935	0.34	M3	42.00	14.13
Costo Total / m3					130.92

Canto Rodado

Cuadro N° A.3.1 - D

Componentes del Concreto	Dosificación por m3 de concreto (Kgs)	Dosificación por m3 de concreto (Und. Comerciales)		Precio por Und. Comerc. (S./)	Costo Parcial (S./)
Cemento	292	6.87	Bol	13.56	93.17
Agua	195	51.52	Gal	0.04	2.06
Arena	908	0.35	M3	34.00	12.06
Piedra	863	0.36	M3	36.00	12.79
Costo Total / m3					120.07

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

Relacion a/c = 0.70 :

Piedra Chancada

Cuadro N° A.3.1 - E

Componentes del Concreto	Dosificación por m3 de concreto (Kgs)	Dosificación por m3 de concreto (Und. Comerciales)		Precio por Und. Comerc. (S./)	Costo Parcial (S./)
Cemento	279	6.56	Bol	13.56	89.02
Agua	200	52.84	Gal	0.04	2.11
Arena	901	0.35	M3	34.00	11.97
Piedra	976	0.35	M3	42.00	14.75
Costo Total / m3					117.84

Canto Rodado

Cuadro N° A.3.1 - F

Componentes del Concreto	Dosificación por m3 de concreto (Kgs)	Dosificación por m3 de concreto (Und. Comerciales)		Precio por Und. Comerc. (S./)	Costo Parcial (S./)
Cemento	264	6.21	Bol	13.56	84.23
Agua	190	50.20	Gal	0.04	2.01
Arena	926	0.36	M3	34.00	12.30
Piedra	880	0.36	M3	36.00	13.04
Costo Total / m3					111.57

Los precios son de mercado, en la ciudad de Lima y estan referidos al mes de octubre del 2007

ANEXO 4

PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS DE LOS AGREGADOS Y DEL CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO DE LOS AGREGADOS

1. AGREGADO FINO.-

1.1 GRANULOMETRIA.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMAS: NTP 400.012; ASTM C-136, 404

Para iniciar el ensayo se toma 500 grs. libre de impurezas luego se procederá a tamizar el material en la malla superior, las que estarán dispuestas en orden decreciente según el tamaño de abertura de la siguiente manera: N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y fondo. Para luego ponerlo a zarandear por espacio de 2 minutos.

El resultado del tamizado se expresa indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra. En el peso del material retenido por cada tamiz, debe incluirse el material obtenido de la limpieza del mismo.

1.2 PESO ESPECÍFICO.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMAS: NTP 400.022; ASTM C-128, E-12

Se coge aproximadamente 1000 gr. del agregado fino, obtenido del material que se desea ensayar, por el método del cuarteo y se coloca en un envase adecuado.

Luego se procede ha remojar el material durante 24 hrs. Una vez realizado esto se elimina el agua del recipiente, se extiende el material en una superficie plana y se remueve constantemente hasta garantizar un secado uniforme. Esta operación se repite hasta que los granos del agregado no se

peguen entre sí; una vez hecho esto se introduce en un cono, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levanta el molde verticalmente. Si existe humedad libre el cono de agregado se mantendrá uniforme. Se prosigue secando y se repite el procedimiento anterior; el material estará secado superficialmente cuando el cono de agregado se derrumbe al quitar el molde.

Luego se pesa 500 gr. del material saturado seco superficialmente, en un frasco, se llena agua hasta alcanzar casi la marca de 500cm³ a temperatura ambiente de 23°C. Para luego sacar el aire que se encuentra en dicho frasco con agua y agregado.

Se pesa el frasco con agua y agregado y se determina la cantidad exacta de agua que a ingresado en dicho frasco.

Se saca el material y se pone a secar a una temperatura de 100°C a 110°C, se enfría y se procede a su pesado.

$$\text{Peso específico de masa} = A / (V - W) \text{ (gr./cm}^3\text{)}$$

A : Peso secado al horno del material. ; V : Volumen del frasco en cm³

W : Peso en gramos o volumen en cm³ del agua añadido al estado fresco.

1.3 CONTENIDO DE HUMEDAD.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMAS: NTP 400.016; ASTM C-70,566

Se toma 1000grs del material libre de impurezas y se pone en un recipiente para luego llevarlo a secarlo al horno a 100 °C a 110°C durante 24 hrs.

Se retira del horno y se deja enfriar por espacio de una hora a hora y media, luego se pesa.

Se procede a calcular el contenido de humedad, restando al peso del material natural menos el peso del material secado al horno, todo dividido entre el peso seco al horno y multiplicado por 100.

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = (W_n - W_s) * 100 / W_s$$

W_n : Peso natural del agregado ; W_s : Peso del agregado secado al horno.

1.4 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMAS NTP 400.022; ASTM C-128

Se procede a preparar el agregado lo mismo que para el peso específico y se calcula de la siguiente manera,

$$\text{Absorción (\%)} = (500 - W_o) * 100 / W_o$$

W_o : Peso del material secado al horno en gramos.

1.5 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMA NTP 400.017

Se procede a tomar una cantidad representativa del agregado a ensayar y se selecciona mediante el cuarteo.

1.- DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO:

Se llena el recipiente (1/10 de pie³), hasta rebosar descargando el agregado desde una altura no mayor de 50mm por encima de la parte superior

del recipiente. Se deben tomar precauciones para impedir en lo posible la segregación de las partículas.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente. Luego se obtiene el peso unitario suelto del agregado dividiendo entre el volumen del recipiente.

$$\text{Peso Unitario Suelto} = W'/V' \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

Donde:

W' : Peso neto del agregado V' : Volumen del recipiente.

2.- DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO:

Se procede a llenar la tercera parte del recipiente (de 1/10 de pie³), y se nivela con la mano la superficie. Se apisona la masa con la barra compactadora,

mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las 2 terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Luego se llena el recipiente hasta rebosar, golpeándola varias veces con la barra, el agregado sobrante se elimina usando la barra como regla.

Se recomienda al compactar la primera capa no golpear el fondo del recipiente con fuerza. Al compactar las ultimas capas solo se emplea la fuerza necesaria para que la barra penetre la ultima capa de agregado.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente, luego se obtiene el peso unitario compactado dividiendo el peso neto entre el volumen del recipiente.

$$\text{Peso Unitario} = W_0/V_0 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

W : Peso neto del agregado; V_0 : Volumen del recipiente.

1.6 SUPERFICIE ESPECÍFICA.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

Para obtener la superficie especifica se divide, para cada uno de los tamices, el valor del porcentaje retenido entre el valor del diámetro medio. La superficie específica del conjunto se determina por la ecuación:

$$\text{Superficie Especifica} = (0.06 \times S / G) \text{ cm}^2/\text{gr}$$

S: Sumatoria de los cocientes del porcentaje retenido y el diámetro medio de cada tamiz

G: Gravedad Especifica de la masa del agregado.

1.7 MODULO DE FINURA.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMA NTP 400.011

Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3"; 1 ½"; 3/4"; 3/8"; N°4; N° 8; N°16; N°30; N°50; y N°100, dividida entre 100.AAA

2. AGREGADO GRUESO.-

2.1 GRANULOMETRIA.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMAS: NTP 400.011, 400.012; ASTM C-136,404

Como sería sumamente difícil de medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas, se usa una manera indirecta, la cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos y llevarlo en porcentajes con respecto al peso total. Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada.

La toma de muestra de este material según la Norma depende del tamaño máximo nominal del agregado ya que a mayor tamaño máximo nominal se tomara una mayor muestra.

Una vez tomada la cantidad de la muestra, se colocara en la malla superior en la forma siguientes: 1", 3/4" , 1/2", 3/8, y fondo. Para luego ponerlo en la zaranda por espacio de 2 minutos.

El resultado del tamizado se expresa indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra. En el peso del retenido por cada tamiz, debe incluirse el material obtenido de la limpieza del mismo.

2.2 PESO ESPECIFICO

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMA NTP 400.021, 400.022; ASTM C-127

Se selecciona por el método del cuarteo, aproximadamente 5 Kilos del agregado, rechazando todo material que pasa por el tamiz 4.75 mm (Nº4).

Después de eliminado todas las impurezas polvo u otros materiales extraños de la superficie del material se seca el material y se pone a remojar en una vasija con agua por espacio de 24 hrs.

Luego se saca el materia del agua y seca con una franela o se hace rodar el material sobre una superficie grande absorbente hasta percibir que haya desaparecido toda la película de agua visible aunque la superficie de las partículas aun parezcan húmedas. Se debe tener cuidado con la evaporación durante la operación del secado. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con la superficie seca.

Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturado con la superficie seca en la canasta de alambre y se determina su peso en agua.

Luego dicha muestra una vez pesada en el agua se pone a secar a la temperatura de 100°C a 110°C durante 24 hrs. para luego dejarlo enfriar a temperatura ambiente durante (1 hr) y se pesa.

$$\text{Peso específico de masa} = A / V - W \text{ (gr./cm}^3\text{)}$$

A: Peso del material secado al horno en kgrs.

V: Peso del material saturado secado superficialmente en kgrs

W: Peso del material en el agua, muestra saturada secada superficialmente.

2.3 CONTENIDO DE HUMEDAD.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMA NTP 400.015; ASTM C-566

Se toma 1000grs del material libre de impurezas y se pone en un recipiente para luego llevarlo a secarlo al horno a 100 °C a 110°C durante 24 hrs.

Se retira del horno y se deja enfriar por espacio de una hora a hora y media, luego se pesa.

Se procede a calcular el contenido de humedad, restando al peso del material natural menos el peso del material secado al horno, todo dividido entre el peso seco al horno y multiplicado por 100.

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = (W_n - W_s) * 100 / W_s$$

W_n : Peso natural del agregado; W_s : Peso del agregado secado al horno.

2.4 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMA NTP 400.021, 400.022; ASTM C-127

Se procede a preparar el agregado lo mismo que para el peso especifico y se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Absorción (\%)} = (V - A) * 100 / A$$

V : Peso de la muestra saturada superficialmente seco.

A : Peso del material o muestra seca al horno.

2.5 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMA NTP 400.017

Se procede a tomar una cantidad representativa del agregado a ensayar y se selecciona mediante el cuarteo.

1.- DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO:

Se llena el recipiente ($\frac{1}{2}$ pie³), hasta rebosar descargando el agregado desde una altura no mayor de 50mm por encima de la parte superior del recipiente. Se deben tomar precauciones para impedir en lo posible la segregación de las partículas.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente. Luego se obtiene el peso unitario suelto del agregado dividiendo entre el volumen del recipiente.

$$\text{Peso Unitario Suelto} = W'/V' \text{ (Kg./m}^3\text{)}$$

W': Peso neto del agregado; V': Volumen del recipiente.

2.- DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO:

Se procede la tercera parte del recipiente (de $\frac{1}{2}$ pie³), y se nivela con la mano la superficie. Se apisona la masa con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las 2 terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Luego se llena la medida hasta rebosar, golpeándola varias veces con la barra, el agregado sobrante se elimina usando la barra como regla.

Se recomienda al compactar la primera capa no golpear el fondo del recipiente con fuerza. Al compactar las ultimas capas solo se emplea la fuerza necesaria para que la barra penetre la ultima capa de agregado.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente, luego se obtiene el peso unitario compactado dividiendo el peso neto entre el volumen del recipiente.

$$\text{Peso Unitario} = W_o/V_o \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

W_o : Peso neto del agregado ; V_o : Volumen del recipiente.

2.6 SUPERFICIE ESPECÍFICA.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

Véase acápite 1.6 de la Norma para el agregado fino

2.7 MODULO DE FINURA.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMA NTP 400.012

Véase acápite 1.7 de la Norma para el agregado fino

2.8 TAMAÑO MAXIMO.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMA NTP 400.037

El tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

2.9 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL.-

DESCRIPCION DEL ENSAYO:

NORMA NTP 400.037

Se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Seguidamente se muestran los requisitos granulométricos de los agregados fino, grueso y global, en las tablas A.4.1., A.4.2. y A.4.3., respectivamente.

TABLA N° A.4.1

REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO

ASTM C - 33

TAMIZ	PORCENTAJE DE PESO (masa) QUE PASA					
	LIMITES TOTALES	C		M		F
3/8"	100	100	100	100	100	100
N° 4	89	100	100	85	100	100
N° 8	65	100	100	65	100	100
N° 16	45	100	85	45	100	100
N° 30	25	100	60	25	80	100
N° 50	5	70	30	5	48	70
N° 100	0	12	10	0	12	12

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamara Villacorta

TABLA N° A.4.2

REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO

ASTM C - 33

TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS											N.15	
	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N.4		N.8
(3 1/2 a 1 1/2")	100	90	100	25 a 60	100	15	ceros	ceros a 5	100	100	100	100	100
(2 1/2 a 1 1/2")	100	100	100	90 a 100	35 a 70	ceros a 15	ceros a 15	ceros a 5	100	100	100	100	100
(2 a 1")	100	100	100	100	90 a 100	35 a 70	ceros a 15	ceros a 5	100	100	100	100	100
(2" a N.4")	100	100	100	100	95 a 100	100	35 a 70	ceros a 5	100	100	ceros a 5	100	100
(1 1/2 a 3/4")	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	ceros a 5	100	ceros a 5	100	100	100
(1 1/2 a N.4)	100	100	100	100	100	95 a 100	35 a 70	ceros a 5	100	diez a 30	ceros a 5	100	100
(1 a 1/2")	100	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	100	ceros a 5	100	100	100
(1 a 3/8")	100	100	100	100	100	100	90 a 100	40 a 85	100	ceros a 5	100	100	100
(1 a N.4)	100	100	100	100	100	100	95 a 100	25 a 60	100	ceros a 5	ceros a diez	ceros a 5	100
(3/4 a 3/8")	100	100	100	100	100	100	100	90 a 100	100	ceros a 5	ceros a diez	ceros a 5	100
(3/4 a N.4)	100	100	100	100	100	100	100	90 a 100	100	20 a 55	ceros a diez	ceros a 5	100
(1/2 a n. 4")	100	100	100	100	100	100	100	90 a 100	100	40 a 70	ceros a diez	ceros a 5	100
(3/8 a N.8")	100	100	100	100	100	100	100	100	100	85 a 100	diez a 30	ceros a diez	ceros a 5

Tesis: "Efectos del perfil del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia, empleando cemento Portland tipo I"
Rodolfo Gamarra Villacorta

TABLA N° A.4.3
REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GLOBAL

HUSOS DIN 1045 CONCRETO BOMBEABLE
PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO

TAMIZ Pulg	ABERTURA mm	A	B	C	Dn. max=1"	Dn. max=3/4"
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
	32.000	100	100	100		
1"	25.400					100
3/4"	19.100				80 a 88	100
	16.000	62	80	89		
1/2"	12.700				63 a 75	
3/8"	9.520				55 a 71	61 a 72
	8.000	38	62	77		
1/4"	6.350					
N°4	4.760				40 a 59	40 a 59
	4.000	23	47	65		
N°8	2.380				28 a 46	28 a 46
	2.000	14	37	53		
N°16	1.190				18 a 35	18 a 35
	1.000	8	28	42		
N°30	0.593				12 a 25	12 a 25
	0.297				7 a 15	7 a 15
N°50	0.250	2	8	15		
N°100	0.149				3 a 8	3 a 8
Fondo	0.074				0	0

M. F = 6.1 4.8 4.0

NORMA DE ENSAYO DEL CONCRETO FRESCO

1. CONSISTENCIA.-

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

METODO DEL CONO DE ABRAHAMS

NORMAS: NTP 339.035; ASTM C-143

El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida. Manteniéndolo inmóvil, pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. El concreto se coloca moviendo la pala en torno del borde superior del molde, para asegurar la homogeneidad. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.

En seguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.

La primera capa de 67 mm. de altura y la segunda de 155 mm.

La tercera capa que se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. En el caso de faltar material se añadirá el concreto necesario, enrasando con la barra o cuchara de albañil. Lleno y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical. Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos: de los cuales el proceso de desmolde no toma más de 5 segundos.

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

Se aconseja que al término del ensayo se golpee suavemente con la barra de apisonar una de las generatrices del cono, produciendo la caída del pastón. Con experiencia, la observación del comportamiento del concreto resulta de interés. Las mezclas bien dosificadas asientan lentamente sin perder su

homogeneidad, revelando buena consistencia. Por el contrario, las mezclas defectuosas se disgregan y caen por separado. (Ver cuadro N° A.2.1)

2. FLUIDEZ.-

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

NORMAS: NTP 339.085; ASTM C-124

El ensayo consiste en determinar el aumento del diámetro que experimenta la base inferior de un tronco de cono de masa de concreto fresco, sometido a sacudidas sucesivas.

Se procede a tomar una muestra del concreto fabricado, se limpia y se moja la mesa de sacudidas, quitando el exceso de agua con una esponja. Se centra el molde sobre la mesa, se sujeta firmemente y se hecha una cierta cantidad del material suficiente para llenar la mitad del molde.

Con la barra compactadora se aplican veinticinco golpes distribuidos uniformemente por toda la sección de la masa. Se procede a llenar el molde con exceso y se aplica otros veinticinco golpes con la varilla, procurando hasta que penetre hasta la capa inferior y que la masa rellene todos los huecos.

Se retira el concreto sobrante y se limpia la mesa. Se saca el molde levantándola con cuidado verticalmente, lo más rápido posible.

Luego se eleva y se deja caer durante 15 veces, desde una altura de 12.5 mm en 15 segundos girando la manivela con una velocidad uniforme. Se determina el índice de consistencia calculando el tanto por ciento del aumento del diámetro, expresado en centímetros, de la base inferior del tronco de cono.

Se toma como diámetro medio del concreto extendido, la media aritmética de seis mediciones del diámetro, distribuidas simétricamente. (Ver cuadros N°s A.2.2 y A.2.3)

$$F = (D - 25) * 100 / 25$$

Donde:

D: Diámetro promedio ; F: Factor de asentamiento

3. EXUDACION.-

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

NORMAS: NTP 339.077; ASTM 232-71

Los aparatos a usar son: recipiente cilíndrico de metal de 25cm de diámetro o capacidad de ½ pie cúbico y una pipeta o jeringa para extraer el agua exudada. La temperatura debe de ser de ambiente entre 18° a 24°C, inmediatamente después de llenar, nivelar y alisar la superficie del recipiente se anota la hora, peso y su contenido.

Se coloca el recipiente sobre una superficie nivelada o sobre un piso libre de vibraciones y se tapa, manteniendo la misma en su lugar durante el ensayo.

Se extrae el agua que se haya acumulado en la superficie con la pipeta a intervalos de 10s durante los primeros 40 minutos, y a intervalos de 30 minutos de allí en adelante hasta que cese la exudación. Para facilitar la extracción del agua el recipiente se inclina en un taco aproximadamente de 5cm de espesor, dos minutos antes de extraer el agua.

Después de extraer el agua exudada se regresa el recipiente a su posición original para posteriormente proceder a lo anterior explicado.

Se calcula el agua acumulada de exudación, expresada como porcentaje del agua de mezclado contenida en la probeta de ensayo. (Ver cuadros N°s A.2.4 y A.2.5) , como sigue:

$$C = w \times S / W$$
$$\text{Exudación (\%)} = D \times 100 / C$$

Donde:

C: Masa de agua en la probeta de ensayo, en gramos.

W: Masa total de la mezcla, en kilogramos

w: Masa neta del agua en la mezcla en kilogramos

S: Masa de la muestra en kilogramos

D: Volumen total del agua de exudación extraída de la probeta de ensayo en cm³, multiplicado por 1 gr./cm³ o masa del agua de exudación en gramos.

4. PESO UNITARIO.-

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

NORMAS: NTP 339.046; ASTM C-13

Como el tamaño nominal máximo de los agregados gruesos son de 1" para el chancado y de 1 ½" para el canto rodado, nos corresponde utilizar el recipiente de 1 / 2 pie³. Una vez preparado el concreto se toma una muestra representativa y se llena hasta un tercio de su capacidad del recipiente y la masa del concreto se compacta con 25 golpes en forma de espiral de afuera al centro. De la misma manera se llenan las capas restantes, cuidando que la última capa se llena con un poco de exceso.

Al compactar la primera capa la barra compactadora no debe tocar el fondo del recipiente. Al compactar la segunda y la tercera capa se aplica la fuerza necesaria para que la barra penetre ligeramente en la superficie de la anterior.

La superficie exterior del recipiente se golpea ligeramente de 10 a 15 veces o hasta que no aparezcan burbujas grandes de aire en la superficie. La superficie superior se alisa y termina con una plancha, el material adherido en las paredes externas se limpia y se procede a pesar la muestra.

El peso unitario se calcula dividiendo el peso neto del concreto entre el volumen del recipiente (Ver cuadros N°s A.2.6 y A.2.7).

$$PU = PC / VB$$

Donde:

PU : Peso unitario del concreto ; VB : Volumen del recipiente

PC : Peso del concreto neto

5. CONTENIDO DE AIRE.-

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

NORMAS: NTP 339.046; ASTM C-138

El procedimiento para el contenido de aire es similar que para el peso unitario, ya que para su cálculo utilizaremos el método gravimétrico, en la cual haremos uso del peso unitario del concreto fresco.

Como el tamaño nominal máximo de los agregados gruesos son de 1" para el chancado y de 1 ½" para el canto rodado, nos corresponde utilizar el recipiente de 1/2 pie³. Una vez preparado el concreto se toma una muestra representativa y se procede como en el ensayo del peso unitario.

Se mide el peso del concreto por m³ en laboratorio (peso unitario), y le restamos el peso del concreto como si no tuviera aire (este peso es la suma de los componentes húmedos por m³ y que se obtienen del diseño de mezcla), a esta diferencia la dividimos entre el peso por m³ de laboratorio

Así, el contenido de aire se calcula como sigue: (ver también cuadros N°s A.2.8 y A.2.9).

$$CA = (PU_{Lab.} - PU_d) * 100 / PU_{Lab.}$$

Donde:

CA : Contenido de aire en el concreto fresco

$PU_{Lab.}$: Peso unitario del concreto fresco en laboratorio
(Kg./m³)

PU_d : Peso unitario de diseño del concreto fresco, como si no
tuviera aire (Kg. /m³.)

6. TIEMPO DE FRAGUADO.-

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

NORMA NTP 339.082

Los recipientes a usarse deben ser de cilíndrica de 150 mm de diámetro y 150mm de capa altura.

Debe contarse con aparato hidráulica con capacidad de 60 daN a 100 daN (60 kgf a 100kgf) provisto de un dispositivo medidor de presión y un medidor de carga de escala graduada .También deben disponerse de agujas cilíndricas cambiables con las siguientes áreas: 645 , 323 , 161, 65 , 32 y 16 mm².

La muestra del mortero que se va a ensayar se obtiene al hacer pasar al concreto preparado por el tamiz 4,76 mm la cual debemos mezcla manualmente y ponerlo en el recipiente. La muestra del mortero se compacta haciendo penetrar el extremo semiesferico de la varilla dentro del mortero, dando un golpe por cada 650 mm² de superficie en la muestra, se golpean con la varilla los costados ligeramente hasta eliminar el aire que contenga. Las muestras se almacenan a temperatura ambiente, dichas muestras también deben protegerse del sol para evitar el secado inmediato. Antes del ensayo se retira el agua que haya exudado con una pipeta.

Para muestras normales y temperaturas normales el primer ensayo se debe realizar cuando haya transcurrido de 3h a 4h y los demás ensayos a cada hora. Según el estado de endurecimiento del mortero se coloca la aguja apropiada y se pone en contacto con el mortero; con una fuerza vertical gradual durante aproximadamente 10 s, hasta que se logre una penetración de por lo menos de 25 mm.

Se registra la fuerza aplicada, el área de la aguja de penetración y la hora del ensayo.

Se calcula la resistencia a la penetración en lb./pulg², como cociente de la fuerza requerida y el área de la aguja utilizada ver cuadros de cálculo del tiempo de fraguado. (Ver cuadros N°s A.2.10 a A.2.15 y gráficos N°s A.2.1 a A.2.6)

$$P = F / A$$

Donde:

P: Resistencia a la penetración en lb./ pulg²

F: Fuerza necesaria para penetrar 25mm

A: Área de contacto de la aguja con el mortero.

NORMAS DE ENSAYO DEL CONCRETO ENDURECIDO

1. RESISTENCIA A LA COMPRESION.-

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO:

NORMAS: NTP339.034; ASTM C-39

El ensayo consiste en fabricar probetas cilíndricas de 15X30cm previamente capeados los extremos de la probeta.

Antes de capearlos y posteriormente las probetas se retiran de la poza de curado y se dejan secar por espacio de 3hrs. aproximadamente, una vez secado superficialmente se procede al capeado con el CAPIN (confinación de azufre y bentonita), dejar secar por lo menos 10 minutos.

Una vez preparada el testigo se mide el diámetro (promedio de tres medidas) y se procede a ensayarla en la máquina compresora.

Un aspecto fundamental es que uno de los cabezales de aplicación de carga debe ser rotulado, y la probeta tiene que colocarse muy bien centrada para evitar efectos de flexión compuesta.

La aplicación de la velocidad de la carga debe ser constante (20-50 lb/plg²/seg), por lo menos durante la segunda mitad de la aplicación de la carga de rotura estimada. La aplicación intermitente de la carga producida por el manejo de la maquina, afectan negativamente a los valores de f'c del concreto.

La lectura que se obtiene de la maquina compresora es la carga que soporta dicho testigo y para calcular el f'c del concreto se divide dicha carga obtenida entre el área de aplicación de la fuerza:

$$f'c = \text{fuerza} / \text{área} \dots (\text{Kg./cm}^2)$$

En los cuadros N°s A.2.16 a A.2.21 se describe el ensayo realizado.

2. RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL.-

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

NORMA NTP 339.084

El principio de este ensayo es determinar en forma indirecta la resistencia a la tracción del concreto por medio de una compresión diametral.

Los aparatos a utilizar son los siguientes:

1. - Máquina de ensayo: Debe tener suficiente capacidad y las condiciones de velocidad de carga.
2. -Platina de Apoyo Suplementario: La platina debe ser de longitud ligeramente mayor que la longitud de la probeta, de lo contrario se tendrá que usar una platina suplementaria de acero maquinado, la platina debe tener una superficie completamente horizontal y lisa. Debe tener un ancho de por lo menos de 50 mm y un espesor considerable. La platina debe colocarse de tal forma que la carga transmitida se aplicada a toda la longitud de la probeta.
3. - Listones de Apoyo : Deben de ser dos tiras de cartón o madera, libre de imperfecciones de 3mm de espesor 25mm de ancho aproximado y una longitud igual o ligeramente mayor a la probeta.

Primeramente se coloca un listón de apoyo en la placa inferior, en seguida se coloca la probeta; tratando de ponerlo bien centrado. En seguida se coloca el otro listón de apoyo centrándolo también longitudinalmente. Se aplica la carga a la probeta con una velocidad en forma continua, evitando el impacto, esto se aplica hasta la rotura.

La velocidad de aplicación de la carga indicada para probetas normales esta comprendida entre 5000 y 10000 da N/min.

El esfuerzo de tracción por compresión diametral se calcula como sigue:

$$F_d = 2 \cdot P / (\pi \cdot L_d)$$

Donde:

F_d = Esfuerzo de tracción indirecta Kg./cm².

P = Carga máxima indicada por la maquina de ensayo en Kg.

L = Longitud del cilindro en cm.

d = Diámetro del cilindro en cm.

En los cuadros N°s A.2.22 y A.2.23 se muestran los resultados.

3. RESISTENCIA A LA FLEXION.-

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO:

NORMAS NTP 339.044, 045, 078, 079

La prueba de flexión se puede efectuar sobre vigas cargadas en los tercios de la luz, que es el método de mayor aceptación, también en vigas con carga en el centro y en especímenes empotrados con carga en el extremo libre. Estos últimos son menos representativos de la calidad del concreto, pues el reparto de tensiones establece un plano predeterminado de rotura, que no revela las deficiencias que pudiera tener el mismo.

Consolidación.-

Es importante la forma de consolidación del concreto en el molde. Se especifica la vibración para concretos con asentamientos menores de 3 cm., se puede aplicar vibración externa, con frecuencia de vibración superiores a 3600 v / min. ó per – vibradores de diámetro externo entre 20 y 40 mm, con frecuencias de vibraciones superiores a 7000 v / min.

La consolidación manual es recomendada con asentamientos mayores de 8 cm. La compactación se realiza en tres capas de igual altura, empleando una varilla de compactación similar a la que se utiliza en el ensayo de compresión.

Curado.-

El curado de las probetas moldeadas con fines de control de calidad, se

realiza en las primeras 24 horas manteniendo los especímenes a temperatura de 23 °C mas o menos 2°C, evitando toda pérdida de humedad, para lo cual se mantiene los moldes en arena húmeda o se les cubre con paños húmedos. Posteriormente se les conserva hasta el momento de la rotura en una solución de agua saturada de cal, a dicha temperatura.

Los especímenes de pavimentos se mantienen cubriendo los costados y extremos con tierra o arena húmeda dejando la cara superior al curado establecido para el pavimento.

Antes del ensayo deberán curarse durante 24 horas en una solución saturada de cal a una temperatura de 23° C mas o menos 2°C, para obtener un reparto uniforme de humedad en el concreto y no afectar los resultados del ensayo.

Procedimiento.-

En los laboratorios está generalizado el uso de máquinas universales. Eventualmente, pueden emplearse máquinas de compresión, adaptándose dispositivos especiales, pero con el riesgo de la falta de precisión, debido a la gran capacidad de estas máquinas y los pequeños esfuerzos requeridos para este ensayo.

En el procedimiento de ensayo se tiene en cuenta lo siguiente:

- a) Que la máquina de ensayo sea capaz de mantener la distancia entre apoyos y aquella entre los elementos de aplicación de la carga y los de apoyo;
- b) Que la carga se aplique perpendicularmente a la cara superior del espécimen, evitando toda excentricidad;
- c) Que la dirección de las reacciones sea paralela a la dirección de las cargas.
- d) Que la carga sea incrementada gradualmente y sin impacto.

El módulo de rotura se expresa de acuerdo a la relación (1) que antecede, en el capítulo V y que es la siguiente:

$$M_r = \frac{P \times L}{b \times h^2} \dots\dots\dots (1)$$

M_r	: Módulo de rotura en daN/cm ² (Kg./cm ²)
P	: Carga máxima aplicada en daN (Kg.)
L	: Luz en centímetros
b	: Ancho promedio del espécimen, en centímetros
h	: Altura promedio del espécimen, en centímetros

Esta relación es válida únicamente cuando la rotura ocurre en el tercio central del espécimen. En el caso de que ocurra fuera del tercio medio y no más allá del 5 % de la luz libre, el módulo de rotura se calcula según la siguiente expresión:

$$M_r = \frac{3 \times P \times a}{b \times h^2} \dots\dots\dots (2)$$

Siendo "a" la distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida sobre lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.

En conclusión se considera el esfuerzo máximo en la sección crítica y no el esfuerzo máximo. Cuando la rotura se presente más allá del límite precedente, los resultados de ensayo no se consideran.

Normalización.-

El ensayo de flexión con carga en los tercios, se encuentra especificado por las normas peruanas 339.044 relativa a los ensayos a pie de obra, 339.045 de aplicación en ensayos de laboratorio y 339.078 sobre el método de ensayo propiamente dicho. El método de ensayo de flexión en especímenes cargados en el centro de la luz se encuentra especificado en la Norma peruana 339.079.

La geometría de los especímenes tiene influencia en los resultados, en especial las dimensiones de la sección de la viga.

En las normas se establece que la relación ancho / espesor debe ser menor que 1.5 y que la longitud debe ser tres veces el espesor y 50mm. mayor que la luz del ensayo. Las dimensiones típicas, de los especímenes de ensayos son: 15 x 15 x 55 cms., que permite una luz libre de 45 cm. En todo caso, la dimensión

mínima del ancho, será por lo menos 3 veces el tamaño máximo del agregado.

En los cuadros N°s A.2.24 y A.2.25 se detallan los resultados.

4. MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO.-

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO:

NORMAS: ASTM C-469,469-66; ACI 318.83

El ensayo consiste en fabricar probetas cilíndricas de 15X30 cm. de alto que tienen que estar previamente capeados.

Se prepara y se conduce a la máquina de compresión y se aplicará una fuerza constante de 2000 kg intervalo a la cual se leerá la deformación unitaria

EQUIPO USADO PARA DICHO ENSAYO:

1. Extensiómetro:

Dos barras de 15cm. de longitud que se ubican verticalmente en los extremos de la probeta y sujetadas por un marco metálico. Se coloca a 1/3 central de la probeta cada barra tiene en sus extremos unas rueditas que permiten la colocación de ambos, del rombo de varillas que contienen los espejos. Los extensiómetros se colocan con las vías hacia arriba para poder colocar los espejos.

2. Espejos:

En cada extensiómetro va una varilla sujeta en su parte central en donde, tiene forma de romboide por las rueditas del extensiómetro. Por el extremo tiene un espejo de 1.5 cm. de lado, que al aplicarse la carga puede girar con la varilla respectos a ellos mismos. La distribución de los espejos es una en la parte posterior y otra delante del espécimen.

3.- Lentes:

Instalados en un trípode de 2 anteojos, para poder ver los espejos correspondientes al lado que están ubicados y a través de los espejos divisar las reglas graduadas en cm, que están ubicados al lado de cada anteojo. La ubicación del trípode depende de la distancia entre la regla y el espejo que es generalmente de 1.25 m.

El ACI sugiere la siguiente expresión para su cálculo:

$$E_c = W^{1.5} \cdot 4270 \cdot (f_c)^{0.5}$$

Donde:

W = Peso específico del concreto T/m³.

f_c = Resistencia en Kg./cm².

Existen varios métodos como el mencionado anteriormente, pero uno de los más conocidos es el de los Niveles Ópticos, cuyo equipo usado es los Espejos Martens, este método es rápido y no requiere mucha preparación.

Los puntos que definen la curva para la determinación del módulo respectivo son:

- El punto de curva esfuerzo deformación corresponde a una deformación unitaria de $0.5 \cdot 10^{-4}$ y su esfuerzo correspondiente.
- El punto de la curva E- & que corresponde al 40% de la compresión y la deformación, para este punto, determinan el módulo elástico.

$$M.E.E = (E_2 - E_1) / (D_2 - 0.5 \cdot 10^{-4})$$

Donde:

E₂ = Esfuerzo de la máxima carga en kg/cm² (40%).

E₁ = Esfuerzo cuando la deformación es de $0.5 \cdot 10^{-4}$

D₂ = Deformación unitaria correspondiente a E₂.

En los cuadros N^os A.2.26 a A.2.31 se muestran los resultados.

ANEXO 5

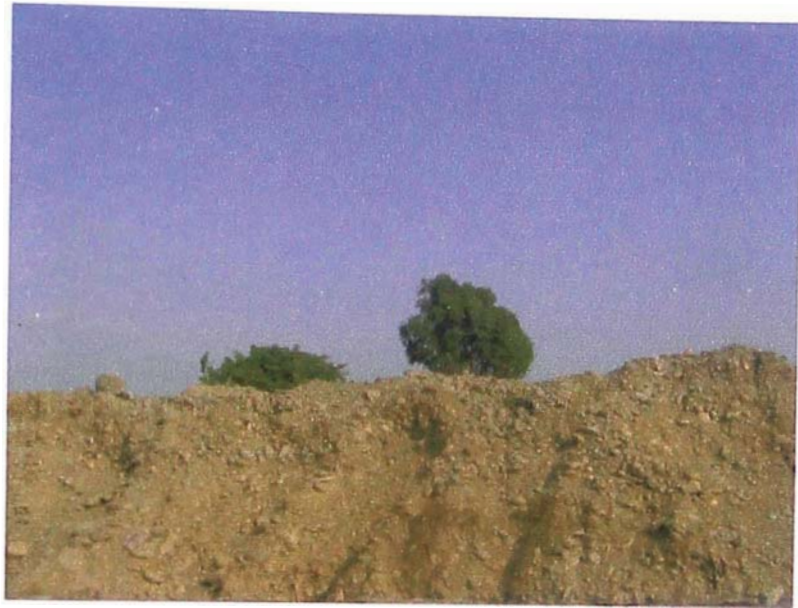
FOTOGRAFIAS



ACUMULACION DE AGREGADO DE CANTO RODADO EN LA RIBERA DEL
RIO CHILLON



CANTO RODADO DE LA RIBERA DEL RIO CHILLON
VISTA PANORAMICA



MANTO DE CANTO RODADO DISPONIBLE A EXPLOTAR
(RIO CHILLON)



AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA
CANTERA "LA GLORIA"



MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO DE PERFIL
REDONDEADO



ENSAYO DE CONSISTENCIA
(ASENTAMIENTO)



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



PROBETAS ENSAYADAS A COMPRESION