

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA
DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS
CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO
Y POSORJA"**

TESINA DE GRADUACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

GONZALO RAFAEL GARZÓN VÉLEZ

FREDDY RICHARD IÑIGUEZ RODRÍGUEZ

Guayaquil – Ecuador

2009

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gastón Proaño C.

DIRECTOR DE TESINA

Ing. Juan C. Pindo

PROFESOR PRINCIPAL

Ing. Carmen Terreros

PROFESORA PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Gonzalo R. Garzón Vélez

Freddy R. Iñiguez Rodríguez

1. GENERALIDADES	" "	5
1.1. Introducción	.....	5
1.2. Resumen	" "	6
1.3. Objetivos	" "	7
2. MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN		8
2.1. Cemento	" "	8
2.1.1. Características	" "	9
2.1.1.1. Tipo	" "	9
2.1.1.2. Fraguado	.....	11
2.1.1.3. Resistencia	" "	12
2.2. Agregados	.....	14
2.2.1. Origen	" "	15
2.2.2. Gravas	" "	15
2.2.3. Arenas	" "	17
2.2.4. Granulometría	.....	18
2.2.5. Gravedad específica, absorción y peso unitario	.....	21
2.2.6. Abrasión de los ángeles	.....	25
2.3. Agua	" "	30
2.3.1. Calidad del agua	.....	31

3. HORMIGONES Y MORTEROS	.....33
3.1. Hormigón	.....33
3.1.1. Relación agua cemento	.....35
3.1.2. Resistencia del concreto	.....37
3.1.3. Efectos de la edad	.....37
3.1.4. Manejabilidad	.....40
3.1.4.1. Revenimiento	.....41
3.1.5. Dosificación de hormigón hidráulico	.....43
3.1.5.1. Procedimiento	.....44
3.2. Mortero	" 55
3.2.1. Tipos de mortero	.....55
3.2.2. Usos y dosificación	.....56
4. ENSAYOS DE LABORATORIO	.....58
4.1. Resultados	" 58
4.1.1. Cilindros de hormigón	.....58
4.1.2. Cubos de mortero	.....59

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	80
6. BIBLIOGRAFÍA	"	64
7. ANEXOS	"	66
7.1. Hojas de ensayos	.....	67
7.2. Fotografías	.....	122

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El hormigón es la única roca fabricada por el hombre, su resistencia va ligada directamente a la resistencia de sus componentes, razón por la cual se debe trabajar con los agregados adecuados, pero debido a la geología muy variada que se presenta en nuestro país, resulta prácticamente imposible o extremadamente costoso el uso de un solo tipo de agregado para la elaboración de hormigones, razón por la cual los constructores se ven obligados a emplear los materiales del sector en el que se encuentran laborando, lo que implica trabajar con una gama muy variada de materiales con resistencias y granulometrías que muchas veces no cumplen las especificaciones exigidas en las normas, las mismas que frecuentemente son obviadas por las exigencias socio-económicas de la población en general.

1.2 RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objeto de encontrar las diferencias de los agregados utilizados en la elaboración de hormigones. Así como la inaplicabilidad de ciertas normas y métodos utilizados para su dosificación. Para la investigación se utilizaron materiales sin alterar las características con las que llegan al lugar de trabajo, con la finalidad de reproducir un hormigón de las mismas características que el elaborado en obra.

Los agregados utilizados para este estudio fueron sometidos a ensayos granulométricos, de resistencia al desgaste, gravedad específica, absorción y peso unitario. Se elaboraron probetas de hormigón y cubos de mortero para relacionar sus resistencias a los 3 y 7 días. Y el diseño del hormigón se lo hizo siguiendo las Normas del ACI (American Concrete Institute).

1.3 OBJETIVOS

- Analizar los agregados de Guayaquil, Portoviejo y Posorja, para probar si cumplen con la granulometría y resistencia al desgaste especificadas en las normas utilizadas para la elaboración de hormigones.
- Probar si los métodos de diseño se pueden aplicar a cualquier tipo de agregado.
- Comparar los resultados de resistencia obtenidos en los hormigones y morteros elaborados con los agregados inalterados de Portoviejo y Posorja, con un diseño de hormigón y mortero elaborado con agregados de Guayaquil previamente tratados.

2 MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGON

2.1 CEMENTO

Es un material aglomerante que tiene las propiedades de adherencia y cohesión requeridas para unir fragmentos minerales o rocosos entre sí, formando una masa sólida continua, de resistencia y durabilidad adecuadas.

Dentro de esta categoría, además de los cementos propiamente dichos, se encuentran materiales empleados con menos frecuencia como las cales, los asfaltos y los alquitranes.

Para fabricar hormigón estructural se utilizan únicamente los **cementos hidráulicos** (utilizan agua para reaccionar químicamente y adquirir sus propiedades cementantes durante los procesos de endurecimiento inicial y fraguado). Entre los diferentes cementos hidráulicos destaca, por su uso extendido, el **cimento Portland**, existiendo además los **cementos naturales** y los **cementos con alto contenido de alúmina**.

El cemento Portland es un polvo muy fino, de color grisáceo, que se compone principalmente de silicatos de calcio y de aluminio, que provienen de la combinación de calizas, arcillas o pizarras, y yeso, mediante procesos especiales. El color parecido a las piedras de la región de Portland, en Inglaterra, dio origen a su nombre.

El proceso de manufactura del cemento consiste, esencialmente, en la trituración de los materiales crudos (calizas y arcillas); su mezcla en proporciones apropiadas; y su calcinación a una temperatura aproximada de 1400°C, dentro de un cilindro rotativo, lo que provoca una fusión parcial del material, conformándose bolas del producto llamadas **clinker**. El clinker es enfriado y luego es molido junto con el yeso hasta convertirlo en un polvo fino llamado cemento Portland.

Composición química del cemento Portland:

Compuestos	Porcentajes (%)
Silicato tricálcico (SC ₃)	50 %
Silicato dicálcico (SC ₂)	25 %
Aluminato tricálcico (AC ₃)	10 %
Ferroaluminato (AFC ₄)	10 %
Otros óxidos	5 %

Tabla 1. Composición química del cemento Portland. ⁽¹⁾

2.1.1 CARACTERÍSTICAS.-

2.1.1.1 TIPOS.-

Existen diversos tipos de cemento Portland:

- Tipo I: Se lo conoce como cemento Portland ordinario, que es el de mayor utilización en el mercado. Se lo utiliza en hormigones normales que no estarán expuestos a sulfatos en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo.
- Tipo II: Son cementos con propiedades modificadas para cumplir propósitos especiales, como cementos antibacteriales que pueden usarse en piscinas; cementos hidrófobos que se deterioran muy poco en contacto con sustancias agresivas líquidas; cementos de albañilería que se los emplea en la colocación de mampostería; cementos impermeabilizantes que se los utiliza en elementos estructurales en que se desea evitar las filtraciones de agua u otros fluidos, etc.
- Tipo III: Son los cementos de fraguado rápido, que suelen utilizarse en obras de hormigón que están en contacto con flujos de agua durante su construcción o en obras que pueden inestabilizarse rápidamente durante la construcción.
- Tipo IV: Son los cementos de fraguado lento, que producen poco calor de hidratación. Se los emplea en obras que contienen grandes volúmenes continuos de hormigón como las presas, permitiendo controlar el calor emitido durante el proceso de fraguado.
- Tipo V: Son cementos resistentes a los sulfatos que pueden estar presentes en los agregados del hormigón o en el propio medio ambiente. La presencia de sulfatos junto con otros tipos de cementos provoca la desintegración progresiva del hormigón y la destrucción de la estructura interna del material compuesto.

Composición potencial media para cada uno de los cinco tipos de cemento Portland empleados en EE.UU., según la ASTM C 150-61.

Tipo de cemento	Porcentajes de los compuestos			
	SC ₃	SC ₂	AC ₃	AFC ₄
I.- Normal	45 %	27 %	11 %	8 %
II.- Modificado	44 %	31 %	7 %	13 %
III.- De elevada resistencia inicial	53 %	19 %	10 %	7 %
IV.- De bajo calor de hidratación	20 %	52 %	6 %	14 %
V.- Resistente a los sulfatos	38 %	43 %	4 %	8 %

Tabla 2. Composición química del cemento ⁽¹⁾

2.1.1.2 FRAGUADO.-

Este término se usa para describir el cambio del estado plástico al estado endurecido de una pasta de cemento. El cemento Portland viene preparado para fraguar a los 60 minutos tras haberle agregado agua, durante esos 60 minutos no se debe agregarle nada mas, ni mucho menos moverlo.

La determinación de los tiempos de fraguado inicial y final fueron establecidos arbitrariamente, son importantes por la idea que dan del tiempo para mezclar, transportar, colocar, vibrar y afinar concretos y morteros en una obra, así como para transitar sobre ellos y para mojarlos con miras al curado. El fraguado inicial termina en siete horas aproximadamente, luego de lo cual se lo puede someter a curado.

Los factores que mayor influencia tienen sobre los tiempos de fraguado son los siguientes:

- La composición química del cemento.
- La finura del cemento, ya que mientras más finos sean los granos, mayor es la velocidad de hidratación.
- Mientras mayor sea la cantidad de agua de amasado, dentro de ciertos límites, más rápido es el fraguado.
- A menor temperatura ambiente más lentamente ocurren las reacciones de hidratación, a temperaturas por debajo de -1°C el cemento no fragua.
- A mayor temperatura ambiente más rápidamente ocurren las reacciones de hidratación, pero sobre los 32°C se puede observar un efecto inverso.

2.1.1.3 RESISTENCIA.-

La adquisición de resistencia de los diversos tipos de cemento Portland depende básicamente de la composición química del clinker y de la finura de molienda. De esta manera, un cemento con alto contenido de silicato tricálcico (C_3S) y elevada finura puede producir mayor resistencia a corto plazo, y tal es el caso del cemento tipo III de alta resistencia rápida. En el extremo opuesto, un cemento con alto contenido de silicato dicálcico (C_2S) y finura moderada debe hacer más lenta la adquisición inicial de resistencia y la consecuente generación de calor en el concreto, siendo este el caso del

cemento tipo IV. Dentro de estos límites de comportamiento, en cuanto a la forma de adquirir resistencia, se ubican los otros tipos de cemento portland.

Las tomas de resistencia se hacen a los 3, 7, 14 y 28 días conforme a las especificaciones INEN o ASTM. La resistencia va aumentando hasta los 28 días en donde se obtiene la carga máxima, luego esa tendencia a aumentar es pequeña.

La resistencia que el cemento pueda obtener está influenciada enormemente por la relación agua-cemento, hay dos posibilidades: la primera consiste en utilizar una relación agua-cemento constante, lo cual conduce a mezclas a veces muy plásticas y a veces muy secas, de acuerdo con el tipo de cemento, ello a su vez influye en la dispersión de los resultados por la mayor o menor facilidad de compactar adecuadamente las probetas; la otra posibilidad para determinar la cantidad de agua es producir siempre morteros de igual consistencia, con lo cual se evita el inconveniente ya anotado; la Norma ASTM pide el empleo de mortero de consistencia normal, o una relación agua-cemento de 0,485.

2.2 AGREGADOS

2.2.1 ORIGEN.-

Los agregados provienen de las rocas que se encuentran en la corteza terrestre (30-40 Km) y que han sufrido desintegración mecánica o descomposición química.

La *desintegración mecánica* se refiere a la intemperización de la roca por agentes físicos como los cambios periódicos de temperatura, acción de la congelación de las aguas en las juntas y grietas de las rocas, efectos de organismos, plantas, etc. Por estos fenómenos las rocas se transforman en arenas, limos e incluso arcillas.

La *descomposición química* se refiere a la acción de agentes que atacan a las rocas modificando su constitución mineralógica o química. El principal agente es desde luego el agua y los mecanismos de ataque más importantes son la oxidación, la hidratación y la carbonatación, además de la acción de la vegetación. Estos mecanismos generalmente producen arcillas como último producto de descomposición.

En las mezclas de concreto hidráulico convencional, los agregados suelen representar entre el 60 y 75 por ciento, aproximadamente, del volumen absoluto de todos los componentes; de ahí la notable influencia que las características y propiedades de los agregados ejercen en el correspondiente concreto.

Mientras mayor sea el nivel de compactación del hormigón, mejor será su resistencia y más económica será su fabricación; por esta razón resulta importante cuidar la granulometría (tamaño de los granos y distribución estadística de esos tamaños de grano) de los agregados. También es importante que las características mecánicas de los agregados sean adecuadas y que los agregados estén libres de impurezas.

Los agregados naturales se clasifican en finos y gruesos. Los **agregados finos** o arenas pasan por el tamiz # 4. Los **agregados gruesos** no atraviesan el tamiz # 4 y se conocen como gravas (ripió en nuestro medio).

Los agregados gruesos presentan mejores propiedades de adherencia con la pasta de cemento cuando son triturados, lo que les dota de aristas (los áridos con superficie redondeada tienen menor adherencia).

2.2.2 GRAVAS.-

Analizadas las diferentes clases de rocas podemos tener una idea de la clase de agregados (grava y arena) que necesitamos para nuestras obras o para cada parte de la obra.

La grava de río se obtiene por la fragmentación de las piedras dentro del agua de los ríos, en nuestro medio se llaman “cantos rodados”, si tienen un tamaño mayor de una pulgada se llaman bolo o basalto. Tienen diferentes colores según la roca que le dio

origen: gris (de origen calcáreo), blanco, rojo, verde (de origen granítico y metamórficas). Su densidad está entre 2000 y 2500 kg/m³.

Se utilizan en la elaboración de concretos de baja resistencia y cuando se desean hormigones más dóciles y trabajables, a diferencia de los agregados triturados o de forma angular que confieren al hormigón cierta aspereza que dificulta su colocación y demandan mayor cantidad de agua. También se utilizan como material para filtros, para hacer pisos de calles de gran belleza. Se seleccionan por colores y tamaños, se acomodan en un molde con un aglomerante y se hacen verdaderos tapices pétreos.

Los cantos rodados más grandes (tamaño máximo $\geq 30\text{cm}$) generalmente tienen mayor resistencia pero por su tamaño dificultan su uso en construcciones. De modo que se las golpea y se tiene lo que se llama piedra rajada, que se adhiere mejor a la lechada de cemento.

La piedra de río, redonda y rajada, se utiliza para conformar pisos de calzadas, para hacer muros y cercas de piedra, hormigón ciclópeo, fabricar filtros y drenajes en la adecuación de terrenos o en la construcción de vías. Triturada esta piedra se la utiliza como material aligerante en la elaboración del concreto o como material de base en la construcción de vías.

La *piedra de media zonga*, aparece en la superficie de la tierra, acompañada de conglomerado y rodeada de arcilla sedimentaria, de forma redondeada. Hay que tener

cuidado respecto de su resistencia, no siempre es buena, en ocasiones es como una arenisca que se desintegra fácilmente. Su densidad está por los 2000 k/m³. Para ser utilizada en un concreto ciclópeo o en enchapes de muros o como mampostería deberá ser verificarse su resistencia.

Desde el punto de vista de durabilidad en medios agresivos:

- Deben preferirse los áridos de tipo silíceo (gravas y arenas de río o de cantera) y los que provienen de machaqueo de rocas volcánicas (basalto, andesita) o de calizas sólidas y densas.
- Las rocas sedimentarias (calizas, dolomitas) y las volcánicas sueltas (pómez, toba) deben ser objeto de análisis.
- NO deben emplearse áridos que provengan de calizas blandas, feldespatos, yesos, piritas o rocas porosas.

2.2.3 ARENAS.-

No es posible hacer un buen hormigón sin una buena arena. Las mejores arenas son las de río (cuarzo puro).

La *arena de mina* suele tener arcilla en exceso, por lo que es necesario lavarla enérgicamente.

Las *arenas de mar*, si son limpias, pueden emplearse en hormigón armado, previo lavado con agua dulce.

Las *arenas de machaqueo* de granitos, basaltos y rocas análogas son excelentes, con tal de que sean rocas sanas que no acusen un proceso de descomposición.

Las *arenas de procedencia caliza* son de calidad muy variable. Requieren más cantidad de agua de amasado que las silíceas.

2.2.4 GRANULOMETRÍA.-

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por el análisis de tamices (Norma ASTM C-136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre de aberturas cuadradas.

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO.-

Depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y el tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que más se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba resulta lo más conveniente para lograr una buena trabajabilidad. El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la

economía. Comúnmente se necesita más agua y cemento para agregados de tamaño pequeño que para tamaños mayores, y para revenimientos de aproximadamente 7.5 cm.

Para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la Norma ASTM D-448 enlista los trece números de tamaño de la Norma ASTM C-33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso. La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

Los tamices utilizados para la granulometría del agregado grueso según la Norma ASTM C-136 son los siguientes:

Tamiz	pulg.	2	1 1/2	1	3/4	1/2	3/8	No. 4
	mm.	50.8	38.1	25.4	19.0	12.7	9.51	4.76

Tabla 3. Tamices utilizados para la granulometría del agregado grueso. ⁽¹⁾

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO.-

Si la relación agua-cemento se mantiene constante y la relación de agregado fino a grueso se elige correctamente, se puede hacer uso de un amplio rango de granulometría

sin tener un efecto apreciable en la resistencia. Entre más uniforme sea la granulometría, mayor será la economía. Estas especificaciones permiten que los porcentajes mínimos del material que pasa las mallas de 0.30mm (No. 50) y de 0.15mm (No. 100) sean reducidos a 15% y 0%, respectivamente, siempre y cuando:

1. El agregado que se emplee en un concreto que contenga más de 296 Kg de cemento por metro cubico cuando el concreto no tenga inclusión de aire.
2. Que el modulo de finura no sea inferior a 2.3 ni superior a 3.1, el agregado fino se deberá rechazar a menos de que se hagan los ajustes adecuados en las proporciones el agregado fino y grueso.

Las cantidades de agregado fino que pasan las mallas de 0.30 mm (No. 50) y de 0.15 mm (No. 100), afectan la trabajabilidad, la textura superficial, y el sangrado del concreto. El modulo de finura (MF) del agregado grueso o del agregado fino se obtiene, conforme a la norma ASTM C-125, sumando los porcentajes acumulados en peso de los agregados retenidos en una serie especificada de mallas y dividiendo la suma entre 100. El modulo de finura es un índice de la finura del agregado entre mayor sea el modo de finura, más grueso será el agregado. El modulo de finura del agregado fino es útil para estimar las proporciones de los de los agregados finos y gruesos en las mezclas de concreto.

Los tamices utilizados para la granulometría del agregado fino según la Norma ASTM C-136 son los siguientes:

Tamiz	pulg.	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
	mm.	4.76	2.36	1.19	0.595	0.297	0.142

Tabla 4. Tamices utilizados para la granulometría del agregado fino. ⁽¹⁾

2.2.5 GRAVEDAD ESPECÍFICA, ABSORCIÓN Y PESO UNITARIO.-

La *gravedad específica* es la relación entre la densidad del material y la densidad del agua. De acuerdo a la condición de humedad del agregado la gravedad específica se determina en condición seca o saturada con superficie seca (SSD). Esta información nos permite hacer una relación entre el peso de los agregados y el volumen que ocupa dentro de la mezcla. En los trabajos con hormigón, el término gravedad específica se refiere a la densidad de la partícula individual y no a la masa de agregado como un entero.

La *capacidad de absorción* se determina encontrando el peso de un agregado bajo condición saturada (SSD) y en condición seca. La diferencia en pesos expresada como porcentaje del peso seco es la capacidad de absorción. Esta información se requiere para balancear las necesidades de agua en la mezcla de hormigón.

El *peso unitario* de un agregado nos da una medida de los vacíos en un volumen unitario de agregado. Este valor es necesario para determinar la cantidad de agregado grueso que puede ser acomodado en una mezcla de hormigón. Los vacíos en los agregados dependen de varios factores como: tamaño, forma, textura de superficie, granulometría y compactación.

PROCEDIMIENTO.-

Agregado Grueso.-

La gravedad específica de masa, gravedad específica aparente y el porcentaje de absorción se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Gravedad Específica de Masa (seca)} = \frac{A}{B - C}$$

Donde:

A = Peso de la muestra secada al horno (gramos).

B = Peso de la muestra SSD (gramos).

C = Peso de la muestra sumergida en agua (gramos).

$$\text{Gravedad Específica de Masa (SSD)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Gravedad Específica Aparente} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} * 100\%$$

Agregado Fino.-

La gravedad específica de masa seca, gravedad específica de masa SSD, gravedad específica aparente y la absorción, se calculan de la siguiente manera:

$$\text{Gravedad Específica de Masa (seca)} = \frac{A}{B + 500 - C}$$

Donde:

A = Peso de la muestra secada al horno (gramos).

B = Peso del frasco (picnómetro) con agua (gramos).

C = Peso del frasco + la muestra + el agua, hasta la marca de calibración (gramos).

500 = Peso del agregado fino usado (gramos).

$$\text{Gravedad Específica de Masa (SSD)} = \frac{500}{B + 500 - C}$$

$$\text{Gravedad Específica Aparente} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{500 + A}{A} * 100\%$$

Peso Unitario de Agregados.-

1. Pese el envase calibrado vacío.
2. Llene 1/3 parte del envase y compacte con la varilla 25 veces distribuyendo la penetración en toda el área. No golpee fuerte el fondo.
3. Llene 1/3 parte adicional del envase y compacte de la misma manera que en el paso anterior teniendo la precaución que la varilla no pase a la capa anterior.
4. Llene el envase hasta que se desborde y compacte de la manera anterior. Quite el exceso pasando la varilla de compactación por el tope, sin oprimir el agregado.
5. Determine el peso del agregado en el envase y calcule el peso unitario. Los resultados deben variar por no más del 1% cuando repetimos la prueba dos veces más.

Volumen de Vacíos.-

1. Calcule el volumen de cada agregado usando su gravedad específica seca.

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso compactado en seco}}{\text{Gravedad específica seca} * \text{Densidad del agua}}$$

2. Determine el volumen de vacíos restando el volumen de los agregados del volumen del envase.
3. Calcule el porcentaje de vacíos.

$$\% \text{ Vacios} = \frac{\text{Volúmen de vacios}}{\text{Volúmen del envase}} * 100\%$$

2.2.6 ABRASIÓN DE LOS ANGELES.-

Es un ensayo de abrasión que se realiza introduciendo unas muestras de roca y un elemento abrasivo (bolas de acero) en un tambor rotatorio durante 500 revoluciones. Posteriormente se pesa la fracción de la muestra cuyo tamaño se ha mantenido superior a 1.7 mm y se expresa en tanto por ciento con respecto al peso inicial.

Método sugerido para la determinación de la resistencia a la abrasión de agregados utilizando la máquina de Los Ángeles.

Objetivo

Este método incluye los procedimientos para determinar la resistencia a la abrasión de los agregados para carreteras utilizando la máquina de Los Ángeles. La carga abrasiva y la muestra para ensayo, dependen del tamaño de los agregados y de su gradación.

Equipo

El equipo para el ensayo está compuesto por los siguientes implementos:

Máquina de Los Ángeles

La máquina a utilizar para el ensayo de abrasión de Los Ángeles, debe estar conforme, en todas sus características esenciales, con el diseño mostrado en la Figura 1, consistente en un cilindro hueco de acero, de un diámetro interior de 711 ± 5 mm y una longitud interior de 508 ± 5 mm, cerrado en ambos extremos y montado en un par de soportes que sobresalen uno en cada extremo, de forma tal que puede rotar sobre su eje en una posición horizontal dentro de una tolerancia en desnivel del 1%. El tambor debe tener una abertura para la introducción de la muestra, e igualmente una cubierta hermética adecuada que, mediante tornillos, protege el entorno contra el polvo.

La cubierta está diseñada para mantener el contorno cilíndrico de la superficie interior a menos que el entrepaño esté tan bien emplazado que la carga no caiga sobre la cubierta o entre en contacto con ésta durante el ensayo. El tambor está protegido por un entrepaño de acero removible que cubre completamente su longitud y se proyecta hacia el interior en 89 ± 2 mm sobre su superficie interior, o sobre la superficie interior de la cubierta de forma tal que un plano centrado entre las grandes caras coincida con un plano axial. El entrepaño debe tener un espesor suficiente y debe estar montado mediante tornillos u otros medios apropiados, para garantizar su firmeza y rigidez.

La posición del entrepaño debe ser tal que su distancia a la abertura, medida a lo largo de la circunferencia exterior del cilindro en la dirección de rotación, no sea menor de 1,27 m. El entrepaño debe estar confeccionado de acero resistente al desgaste y debe ser de sección transversal rectangular.

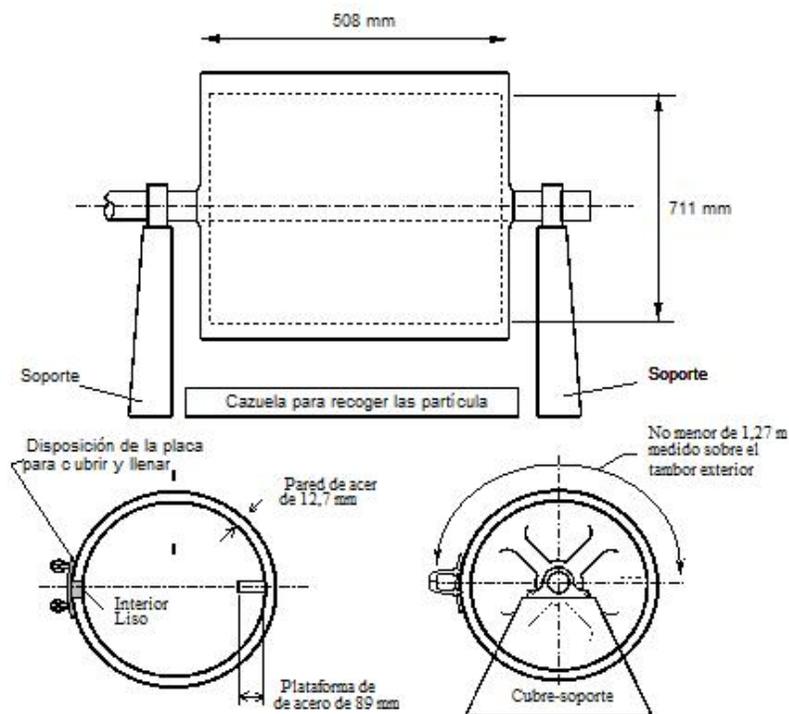


Figura1. Máquina para ensayos de Abrasión de Los Ángeles.

Balanza

Una balanza o máquina de pesaje con una precisión de 0,1% de la carga de ensayo en el rango requerido para el mismo.

Tablas de gradación

Para agregados gruesos entre 75 y 19 mm, la muestra debe mezclarse y la carga abrasiva debe seleccionarse conforme se indica en la tabla 1.

Tamaño del tamiz Orificios cuadrados		Pesos de los tamaños indicados (gr) Gradación		
Pasa	Retenido sobre	1	2	3
75,0 mm	63,0 mm	2500 ± 50		
63,0 mm	53,0 mm	2500 ± 50		
53,0 mm	38,0 mm	5000 ± 50	5000 ± 50	
38,0 mm	25,4 mm		5000 ± 25	5000 ± 25
25,4 mm	19,0 mm			5000 ± 25
Total		10000 ± 100	10000 ± 75	10000 ± 50

Tabla 5. Gradaciones de muestras para el ensayo de agregados entre 75 y a 19 mm

(rango correspondiente al cascajo grueso).(**Tabla 1**)⁽⁸⁾

Para agregados gruesos menores de 38 mm (hasta 2,3 mm), la muestra debe mezclarse y la carga abrasiva debe seleccionarse conforme se indica en la tabla 2.

Tamaño del tamiz Orificios cuadrados		Pesos de los tamaños indicados (gr) Gradación			
Pasa	Retenido sobre	A	B	C	D
38,0 mm	25,4 mm	1250 ± 25			
25,4 mm	19,0 mm	1250 ± 25			
19,0 mm	13,2 mm	1250 ± 10	2500 ± 10		
13,2 mm	9,5 mm	1250 ± 10	2500 ± 10		
9,5 mm	5,6 mm			2500 ± 10	
5,6 mm	4,7 mm			2500 ± 10	
4,7 mm	2,3 mm				5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Tabla 6.: Gradaciones de muestras para el ensayo de agregados entre 38 mm y 2 mm

(rango correspondiente a partir del cascajo grueso, el fino y la arena gruesa). (Tabla 2)⁽⁸⁾

Procedimiento

- Colocar la muestra y la carga abrasiva en la máquina para el ensayo de abrasión Los Ángeles y poner a girar el cilindro a una velocidad de 30 - 33 rev/min. El número de revoluciones debe ser de 500 para agregados gruesos menores de 38 mm y 1000 para agregados gruesos entre los 75 y los 38 mm. La máquina debe ser impulsada y contrabalaceada de tal forma que mantenga una velocidad periférica sustancialmente uniforme. Si se utiliza como entrepaño un elemento de acero en forma de ángulo, la dirección de rotación debe ser tal que la carga quede atrapada sobre su superficie exterior.
- Descargar el material después del número de revoluciones prescrito y efectuar una separación preliminar de la muestra sobre un tamiz de orificios mayores a los 1,7 mm (tamiz No. 12 de U.S.).

- Cribar la porción más fina del material en tamices 1,7 mm e inferiores. Lavar el material más grueso que el tamiz de 1,7 mm, secarlo al horno a una temperatura de 105 - 110°C hasta obtener un peso sustancialmente constante y pesarlo con una precisión cercana al gramo.

Calculo

- Expresar la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra de ensayo como un porcentaje del peso original de la muestra. Reportar este valor como el porcentaje de desgaste.

$$LA = \frac{mi - mf}{mi} * 100$$

2.3 AGUA.-

Para asegurar que las reacciones de fraguado continúen, a partir del endurecimiento inicial del hormigón (que normalmente se produce en las primeras doce horas después del mezclado), se requiere dotar continuamente de **agua de curado** al hormigón, la que sirve para reponer el **agua de mezclado** evaporada por el calor emanado como producto de las reacciones químicas. Esta agua de curado usualmente se la proporciona humedeciendo la superficie de los elementos de hormigón.

La falta de agua de curado durante el fraguado del hormigón (particularmente en los primeros días en que las reacciones son más intensas) tiene efectos adversos sobre la resistencia final del hormigón, pues provoca que las partículas de cemento no reaccionen totalmente, dando lugar a pocos cristales de unión entre partículas de áridos, con lo que disminuye la cohesión.

CALIDAD DEL AGUA.-

Características del agua de mezclado.-

Por lo general, se recomienda que el agua que sea potable y que no tenga un pronunciado olor o sabor puede usarse para mezclas de concreto o mortero. Sin embargo, esto no es rigurosamente cierto, debido a que dentro del agua potable se pueden encontrar disueltas en altas concentraciones, sales, cítricos o azúcares, entre otros, que pueden ser perjudiciales para el concreto o mortero. Por otra parte, el agua que es buena para el concreto no necesariamente es buena para beber. Nunca debe usarse agua de mar.

Características del agua de curado.-

Con respecto al agua de curado, el agua que es satisfactoria para el mezclado también lo es para el curado. Sin embargo, la materia orgánica o ferrosa pueden causar

manchas, particularmente si el agua fluye lentamente sobre el concreto y se evapora rápidamente.

Algunos de los ensayos normalmente especificados para el análisis del agua son los siguientes:

- Calcio y magnesio en el agua – Norma ASTM D-511
- Cloruros, como ión Cloro – Norma ASTM D-512
- Sulfatos, como SO₄ – Norma ASTM D-516
- pH del agua – ASTM D-1293
- Acidez y alcalinidad del agua ASTM D-1067
- Definición de términos relativos al agua ASTM D-1129
- Partículas y materia disuelta en el agua ASTM D-1888

3 HORMIGONES Y MORTEROS

3.1 HORMIGÓN

El hormigón es el material resultante de unir áridos con la pasta que se obtiene al añadir agua a un conglomerante. El conglomerante puede ser cualquiera, pero cuando nos referimos a hormigón, generalmente es un cemento artificial, y entre estos últimos, el más importante y habitual es el cemento portland.

Los áridos proceden de la desintegración o trituración, natural o artificial de rocas y, según la naturaleza de las mismas, reciben el nombre de áridos silíceos, calizos, graníticos, etc. El árido cuyo tamaño es superior a 5mm se llama árido grueso o grava, mientras que el inferior a 5 mm se llama árido fino o arena.

La pasta formada por cemento y agua es la que confiere al hormigón su fraguado y endurecimiento, mientras que el árido es un material inerte sin participación en el fraguado y endurecimiento.

El cemento se hidrata en contacto con el agua, iniciándose complejas reacciones químicas que lo convierten en un producto maleable con buenas propiedades adherentes, que en el transcurso de unas horas, derivan en el fraguado y endurecimiento progresivo de la mezcla, obteniéndose un material de consistencia pétreo.

Una característica importante del hormigón es poder adoptar formas distintas, a voluntad del proyectista. Al colocarse en obra es una masa plástica que permite rellenar un molde, previamente construido con una forma establecida, que recibe el nombre de encofrado.

La principal característica estructural del hormigón es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las solicitaciones por tracción o cortante sean muy bajas.

Un diseño racional, la adecuada dosificación, mezcla, colocación, consolidación, acabado y curado, hacen del hormigón un material idóneo para ser utilizado en construcción, por ser resistente, durable, incombustible, casi impermeable, y requerir escaso mantenimiento. Como puede ser moldeado fácilmente en amplia variedad de formas y adquirir variadas texturas y colores, se utiliza en multitud de aplicaciones.

Las principales características físicas del hormigón, en valores aproximados, son:

Densidad: en torno a 2350 kg/m^3 .

Resistencia a compresión: de 150 a 500 kg/cm^2 (15 a 50 MPa) para el hormigón ordinario. Existen hormigones especiales de alta resistencia que alcanzan hasta 2000 kg/cm^2 (200 MPa).

Resistencia a tracción: proporcionalmente baja, es del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global.

Tiempo de fraguado: dos horas, aproximadamente, variando en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior.

Tiempo de endurecimiento: progresivo, dependiendo de la temperatura, humedad y otros parámetros.

De 24 a 48 horas, adquiere la mitad de la resistencia máxima; en una semana $3/4$ partes, y en 4 semanas prácticamente la resistencia total de cálculo.

Dado que el hormigón se dilata y contrae en magnitudes semejantes al acero, pues tienen parecido coeficiente de dilatación térmico, resulta muy útil su uso simultáneo en obras de construcción; además, el hormigón protege al acero de la oxidación al recubrirlo.

3.1.1 RELACIÓN AGUA CEMENTO.-

La relación agua/cemento conocida como a/c, es la proporción utilizada para obtener las diferentes mezclas tanto para la obtención de morteros como de hormigones. El agua-cemento se trata de la relación peso del agua al peso del cemento utilizado en una mezcla de hormigón. Tiene una influencia importante en la calidad del hormigón producido. La menor proporción de agua-cemento conduce a la mayor resistencia y

durabilidad, pero puede hacer la mezcla más difícil de manejar y verter. Las dificultades de colocación se pueden resolver mediante el uso de plastificante. La relación agua-cemento es independiente del contenido total de cemento (y en el total contenido de agua) de una mezcla de hormigón. El concepto de agua cemento fue y publicado por primera vez en 1918.

El Hormigón endurece como resultado de la reacción química entre el cemento y el agua conocida como la hidratación. Por cada 2 kilos de cemento, $\frac{1}{2}$ de agua se necesita para completar la reacción. Esto resulta en una relación agua/cemento de 1:4 o 25%. En realidad, una mezcla formada con un 25% de agua es demasiado seca y no conviene lo suficientemente bien como para ser colocado, ya que la parte del agua es absorbida por la arena y la piedra, y no está disponible para participar en la reacción de hidratación. Por lo tanto, más agua se utiliza, entonces es técnicamente necesario para reaccionar con el cemento. Más típico de agua/cemento de los coeficientes de 35% a 40% de sus ingresos, junto con un plastificante. El exceso de agua se traducirá en la solución y la segregación de la arena y piedra de los componentes (más de arena en la parte superior capas debido a que la piedra se asentarán en la parte inferior). Además, el agua que no es consumida por la reacción de hidratación que al final acabará abandonando el hormigón, ya que se endurece, lo que resulta en poros microscópicos agujeros o que reduzca la fuerza de la final del hormigón. (Aunque para ciertos tipos de hormigones es deseable obtener estar burbujas).

3.1.2 RESISTENCIA DEL CONCRETO.-

Las mezclas de concreto (hormigón) se pueden diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión. La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades corrientes utilizadas en EEUU o en mega pascales (MPa) en unidades SI. Los requerimientos para la resistencia a la compresión pueden variar desde 2.500 psi (17 MPa) para concreto residencial hasta 4.000 psi (28 MPa) y más para estructuras comerciales. Para determinadas aplicaciones se especifican resistencias superiores hasta de 10.000 psi (70 MPa) y más.

3.1.3 EFECTOS DE LA EDAD.-

La masa del hormigón se forma mezclando cemento artificial y agua debiendo embeber totalmente a los áridos. La principal cualidad de esta pasta es que fragua y endurece progresivamente, tanto al aire como bajo el agua. El proceso de fraguado y

endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del hormigón. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provoquen el endurecimiento de la masa y que se caractericen por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas. El fraguado y endurecimiento no son más que dos estados separados convencionalmente; en realidad solo hay un único proceso de hidratación continuo. En el cemento portland, el más frecuente empleado en los hormigones, el primer componente en reaccionar es el aluminato tricálcico con una duración rápida y corta (hasta 7-28 días). Después el silicato tricálcico, con una aportación inicial importante y continua durante bastante tiempo. A continuación el silicato dicálcico con una aportación inicial débil y muy importante a partir de los 28 días. El fenómeno físico de endurecimiento no tiene fases definidas. El cemento está en polvo y sus partículas o granos se hidratan progresivamente, inicialmente por contacto del agua con la superficie de los granos, formándose algunos compuestos cristalinos y una gran parte de compuestos micro-cristalinos asimilables a coloides que forman una película en la superficie del grano. A partir de entonces el endurecimiento continúa dominado por estas estructuras coloidales que envuelven los granos del cemento y a través de las cuales progresa la hidratación hasta el núcleo del

grano. El hecho de que pueda regularse la velocidad con que el cemento amasado pierde su fluidez y se endurece, lo hace un producto muy útil en construcción. Una reacción rápida de hidratación y endurecimiento dificultaría su transporte y una cómoda puesta en obra rellenando todos los huecos en los encofrados. Una reacción lenta aplazaría de forma importante el desarrollo de resistencias mecánicas. En las fábricas de cemento se consigue controlando la cantidad de yeso que se añade al clinker de cemento. En las plantas de hormigón, donde se mezcla la pasta de cemento y agua con los áridos, también se pueden añadir productos que regulan el tiempo de fraguado. En condiciones normales un hormigón portland normal comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos después de que ha quedado en reposo en los moldes y termina el fraguado trascurridas sobre 10 ó 12 horas. Después comienza el endurecimiento que lleva un ritmo rápido en los primeros días hasta llegar al primer mes, para después aumentar más lentamente hasta llegar al año donde prácticamente se estabiliza. En el cuadro siguiente se observa la evolución de la resistencia a compresión de un hormigón tomando como unidad la resistencia a 28 días, siendo cifras orientativas:

Evolución de la Resistencia a compresión de un Hormigón Portland normal:

Edad del Hormigón en días	3	7	28	90	360
Resistencia a compresión	0,40	0,65	1,00	1,20	1,35

Tabla 7. Resistencia del hormigón (días vs. resistencia). ⁽¹¹⁾

3.1.4 MANEJABILIDAD.-

La consistencia es la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse y consiguientemente para ocupar todos los huecos del molde o encofrado. Influyen en ella distintos factores, especialmente la cantidad de agua de amasado, pero también el tamaño máximo del árido, la forma de los áridos y su granulometría. La consistencia se fija antes de la puesta en obra, analizando cual es la más adecuada para la colocación según los medios que se dispone de compactación. Se trata de un parámetro fundamental en el hormigón fresco. Entre los ensayos que existen para determinar la consistencia, el más empleado es el cono de Abrams. Consiste en rellenar con hormigón fresco un molde troncocónico de 30 cm de altura. La pérdida de altura que se produce cuando se desmolda es la medida que define la consistencia. Los hormigones se clasifican por su consistencia en secos, plásticos, blandos y fluidos tal como se indica en la tabla siguiente:

Consistencia de los Hormigones frescos:

Consistencia	Asiento en cono de Abrams (cm)	Compactación
Seca	0-2	Vibrado
Plástica	3-5	Vibrado
Blanda	6-9	Picado con barra
Fluida	10-15	Picado con barra

Tabla 8. Consistencia (revenimiento) del hormigón. ⁽¹¹⁾

3.1.4.1 REVENIMIENTO.-

Muchos ensayos han sido diseñados con el objetivo de estimar anticipadamente las aptitudes que tendrán las mezclas frescas para ser colocadas y compactadas en la obra. Se denomina consistencia, a la propiedad del hormigón fresco que se mide en estos ensayos. Sin dudas el más utilizado de todos, es el ensayo de asentamiento de Abrams.

Ensayo de Asentamiento en Cono de Abrams.-

Para el ensayo se utiliza un molde de chapa en forma de cono de 20 cm de base mayor, 10 cm de base menor y 30 cm de altura, y una varilla de acero redondo liso de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud con la punta redondeada. El procedimiento a utilizar es el siguiente:

- Tomar una muestra de hormigón fresco (Muestreo y elaboración de probetas).
- Separar hormigón fresco en un balde en una cantidad que exceda ligeramente a la necesaria para llenar el cono.
- Homogenizar la muestra mezclándola con una cuchara de albañil.
- Colocar el cono sobre una superficie lisa, plana y no absorbente.
- Mantener firmemente el cono contra el piso durante el desarrollo del ensayo.
- Llenar el cono con hormigón fresco, en tres capas de igual espesor. Compactar cada capa con 25 golpes enérgicos de varilla uniformemente distribuidos (figura1).

- Durante la compactación de cada capa se debe evitar penetrar las capas anteriormente compactadas (figura 1).



Figura 1: Llenado del Cono de Abrams. ⁽¹²⁾

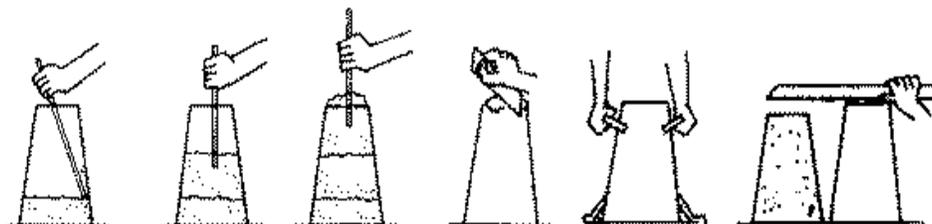


Fig. 4.11 Ensayo de asentamientos del cono de Abrams.

Figura 4.11: ensayo de asentamiento del cono de Abrams. ⁽¹³⁾

- Enrasar y alisar la superficie del hormigón utilizando la cuchara de albañil.
- Sacar el molde verticalmente, lo más rápidamente posible a una velocidad constante, es decir sin tirar fuertemente hacia arriba y evitando detenerse antes de terminar (figura 2).

- Medir el asentamiento experimentado por el hormigón respecto de la altura del molde (figura 2).
- Registrar el valor del asentamiento con una precisión de $\frac{1}{2}$ cm.

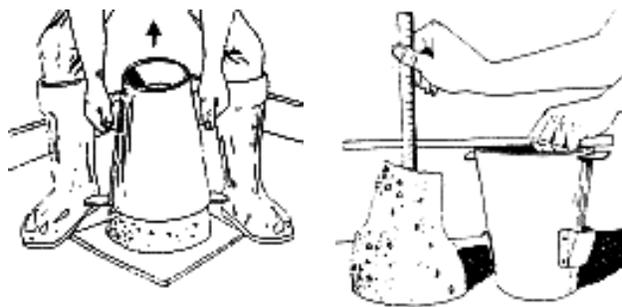


Figura 2: Extracción del cono y medición del asentamiento.

3.1.5 DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN HIDRÁULICO.-

La comprensión de los principios básicos del diseño de los hormigones es tan importante como la realización de los cálculos. Sólo con una selección adecuada de los materiales y de las características de la mezcla y una dosificación adecuada, se pueden obtener las propiedades de trabajabilidad en el hormigón fresco; durabilidad, resistencia y uniformidad en el hormigón endurecido y a la vez economía. Antes de efectuar una dosificación de hormigón, se deben seleccionar sus características en base al uso que se le quiera dar al hormigón, a las condiciones de exposición, al tamaño y forma de los

elementos, y las propiedades físicas del hormigón, principalmente la resistencia que se le quiera dar a la estructura. Como la mayor parte de las propiedades que se busca obtener en el hormigón endurecido dependen de la calidad de la pasta de cemento, el primer paso para definir una mezcla de concreto es la selección de una relación agua / cemento acorde con la durabilidad y resistencia requerida. Las mezclas de hormigón deberán mantenerse lo más sencillamente posible, debido a que un número excesivo de ingredientes, a menudo provocan que la mezcla de hormigón sea difícil de controlar.

PROCEDIMIENTO.-

ACI (American Concrete Institute)

Aplicación.-

Todo tipo de hormigones.

Resistencia.-

La resistencia que deba tener el hormigón que se quiere dosificar, será determinada por el proyectista considerando las circunstancias que en cada caso tenga lugar.

Relación agua/cemento para la condición de durabilidad.-

La durabilidad es la aptitud que tienen los hormigones para resistir los diversos agentes exteriores, como son: la intemperie, la congelación y el deshielo, la acción

continua o intermitente de las aguas dulces, o del mar, o sulfatadas, y otros agentes nocivos.

Este método entrega una tabla de relación agua/cemento máximas, en peso, permitidas para diferentes tipos de estructuras y varias condiciones de servicio para condiciones de durabilidad.

Relación agua/cemento para la condición de resistencia a compresión.-

El método entrega una tabla de relación agua/cemento, en peso, para distintas resistencias medidas a compresión a 28 días con aire incorporado y sin él, en probetas cilíndricas.

Relación agua/cemento para condiciones de resistencia a flexo-tracción.-

No entrega datos debido a la variación de los resultados, por lo que se recomienda hacer hormigones de prueba.

Consistencia.-

Al seleccionar la consistencia adecuada deberá usarse el asentamiento más reducido posible compatible con la adecuada colocación del hormigón en obra, y para ello el método entrega una tabla para distintos tipos de construcciones y con asentamiento de cono máximos y mínimos.

Tamaño máximo del agregado.-

Deberá usarse el tamaño máximo mayor, ya que esto permite una reducción en cemento y en agua. Sin embargo el tamaño máximo no será mayor que $1/5$ de la dimensión menor de la pieza que se trata de hormigonar, ni mayor que $3/4$ de la separación mínima entre armaduras.

El tamaño está determinado por una tabla que especifica dimensión mínima de la sección y para diversos tipos de elementos a hormigonar.

Cantidad de agua.-

La cantidad de agua se especifica para un metro cúbico de hormigón y está en función del tamaño máximo del árido, de la forma, de la granulometría, asentamiento de cono y por la cantidad de aire incorporado y es prácticamente independiente de la cantidad de cemento.

Las cantidades son las máximas esperadas por lo que sí se requiere más deben ir acompañadas por su respectivo aumento de cemento.

Cantidad de cemento.-

Conociendo la cantidad de agua el cemento se determina despejando según relación agua/cemento.

Cantidad de árido grueso.-

La máxima cantidad de resistencia y la mínima cantidad de agua de amasado se conseguirán cuando se utilicen la mayor cantidad posible de áridos gruesos, compatible con la docilidad.

Esta cantidad se puede usar mediante ensayos y si no se dispone de estos se puede recurrir a la tabla que entrega cantidad de volumen de árido grueso por unidad de volumen de hormigón para diferentes módulos de finuras de las arenas.

Cantidad de árido fino.-

Se obtiene de la diferencia, restando de 1000 los volúmenes de áridos gruesos, cemento, agua y aire.

Desarrollo del método de dosificación ACI (American Concrete Institute).-

El método del American Concrete Institute se basa en tablas empíricas experimentales mediante las cuales se determinan las condiciones de partida antes señaladas, en la forma que se explica a continuación.

Determinación del tamaño máximo.-

La determinación del tamaño máximo aceptable para el agregado más grueso que intervendrá en la dosificación del hormigón se efectúa mediante la tabla 9, la cual establece un rango de tamaños máximos aplicables a diversos elementos estructurales en

función de la dimensión mínima de la sección. El tamaño máximo debe precisarse en el rango señalado, aumentándolo mientras mayor sea la dimensión del elemento.

Dimensión mínima de la sección (cm)	Tamaño máximo del agregado mm			
	Muros armados y columnas	Muros no armados	Losas fuertemente armadas	Losas débilmente armadas
6 – 12	12.5 – 20	20	20 – 25	20 – 40
14 – 28	20 – 40	40	25 – 40	40 – 75
30 – 74	40 – 75	75	40 – 75	- 75
76 ó más	40 - 75	150	40 – 75	75 – 150

Tabla 9. Determinación del tamaño máximo aceptable.(**Tabla I.1**)⁽⁷⁾

Determinación de fluidez.-

La fluidez que se desea otorgar al hormigón queda definida en este método de dosificación en base al asentamiento de cono, para establecer, del cual puede usarse como referencia la tabla 10.

Esta tabla define un rango aceptable de asentamientos para diversos tipos de elementos estructurales. Debe señalarse que esta definición es relativamente imprecisa, pues, por una parte, el rango señalado es bastante amplio y, por otra, la gama de elementos estructurales considerados es restringida y delimitada en forma poco precisa.

Por las razones expuestas, la determinación del asentamiento de cono más conveniente debe complementarse con otros elementos de juicio y la experiencia del usuario.

Determinación de la consistencia.-

La consistencia más apropiada para el hormigón se establece en función de las proporciones de agregado grueso y fino incorporados, y es determinada directamente al proceder al cálculo de las cantidades de áridos en la forma definida en la tabla I.24.

Tipo de construcción	Asentamiento en cm	
	Máximo	Mínimo
Muros armados de fundación y zapata	8	4
Elementos de fundación sin armar	7	2
Losas, vigas y muros armados	10	5
Columnas	10	5
Pavimentos	5	2
Construcción pesada en masa	5	2

Tabla 10 Asentamiento deseado según elemento a construir.(**Tabla I.2**)⁽⁷⁾

Puede verse que uno de los parámetros de entrada considerados en ella lo constituye el módulo de finura de la arena, procedimiento que emplea este método para reflejar la influencia granulométrica de la arena.

Este procedimiento es simple en su aplicación, pero por ello mismo adolece de precisión en su definición.

$$MF = \frac{\sum(\% \text{ retenidos serie preferida})}{100}$$

Determinación de la relación agua/cemento.-

Esta se efectúa en base a las tablas 11 y 12. La primera de ellas define la razón agua/cemento en función de las condiciones ambientales a que estará expuesto el hormigón durante su vida útil, y la segunda, en base a la resistencia especificada para el hormigón.

De las dos razones agua cemento así determinadas debe elegirse la menor como definitiva.

Tipo de estructura	Condiciones de exposición					
	Hielo-deshielo frecuente			Clima suave		
	Al aire	Bajo nivel de agua fluctuante		Al aire	Bajo nivel de agua fluctuante	
		Agua dulce	Agua con sulfatos		Agua dulce	Agua con sulfatos

Secciones delgadas con poco revestimiento	0.50	0.45	0.40(a)	0.55	0.50	0.40(a)
Secciones moderadas	0.55	0.50	0.45(a)	(b)	0.55	0.45(a)
Parte exterior del hormigón simple	0.60	0.50	0.45(a)	(b)	0.55	0.45(a)
Concretadura bajo agua	---	0.45	0.45	(b)	0.45	0.45
Losas sobre suelo	0.55	---	---	(b)	---	---
Hormigón protegido de la intemperie	(b)	---	---	(b)	---	---
Hormigón protegido de la intemperie, pero sometido a Hielo-deshielo previo a protección	0.55	---	---	(b)	---	---

Tabla 11. Determinación de la relación agua/cemento. (Tabla I.3).⁽⁷⁾

Relación agua/cemento	Resistencia media requerida a 28 días	
	Con cemento grado corriente	Con cemento grado Alta resistencia
0.45	340	430
0.50	290	360
0.55	250	310
0.60	210	260
0.65	180	230
0.70	160	200
0.75	140	170
0.80	120	150
0.85	100	130

Tabla 12. Resistencia a los 28 días. (Tabla I.4)⁽⁷⁾

Determinación de la dosificación.-

Las condiciones de partida señaladas en los párrafos anteriores permiten calcular las cantidades, en que los diferentes componentes del hormigón deben mezclarse para obtener las características previstas. El procedimiento para este objeto es el que se describe continuación:

Determinación de la dosis de agua.-

Para su determinación se emplea la tabla 11, la cual establece la cantidad de agua expresada en litros por metros cúbicos de hormigón colocado y compactado, en función del asentamiento de cono definido, y del tamaño máximo determinado.

Para la determinación de la dosis de agua debe distinguirse el caso del empleo de aire incorporado, ya que según se señaló, este permite una reducción de la dosis de agua por su efecto plastificador. Sin embargo, la cantidad de aire incorporado debe adicionarse a la cantidad de agua para el efecto del cálculo de la dosis de cemento.

Esta misma parte de la tabla 13 puede emplearse en el caso de haber previsto el uso de un aditivo plastificador.

Asentamiento en cm	Tamaño máximo del árido en mm.							
	10	12.5	20	25	40	50	75	150
	Sin aire incorporado							
2 – 6	208	198	183	178	163	154	144	124
8 – 10	228	218	203	193	178	168	158	139
6 – 18	243	228	213	203	188	178	168	148
Cantidad aproximada de aire atrapado	30	25	20	15	10	5	3	2
	Con aire incorporado							
2 – 6	183	178	163	154	144	134	124	109
8 – 10	203	193	178	168	158	148	139	119
6 – 18	213	203	188	178	168	158	148	129
Cantidad recomendada de aire total	80	70	60	50	45	40	35	30

Tabla 13. Tamaño máximo del árido incorporado. (Tabla I.5) ⁽⁷⁾

Determinación de la dosis de cemento.-

La dosis de cemento es posible determinarla en base al cociente entre la dosis de agua determinada en la forma señalada en el párrafo anterior y la razón a/c.

En el caso de haberse previsto el empleo de un incorporador de aire, la cantidad de aire incorporado debe sumarse a la dosis de agua para el efecto del cálculo de la dosis de cemento.

Determinación de la dosis de grava.-

Se determina a partir de la tabla 14, en función del modulo de finura de la arena y el tamaño máximo.

La dosis de grava aparece expresada en litros por metro cúbico, debiendo, en consecuencia, multiplicarse por la densidad aparente de la grava en caso de desear expresarla en kilos por metro cúbico, determinada en condición compactada en seco.

Volumen de árido grueso por metro cúbico de hormigón				
Tamaño máximo del árido mm	Modulo de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	460	440	420	400
12.5	550	530	510	490
20	650	630	610	590
25	700	680	660	640
40	760	740	720	700
50	790	770	750	730
75	840	820	800	780
150	900	880	860	840

Tabla 14. Determinación de la dosis de Grava. (Tabla I.6)⁽⁷⁾

Determinación de la dosis de arena.-

Se determina partiendo del hecho que la suma de los volúmenes reales de agua, cemento, aire incorporado (o atrapado), grava y arena debe ser igual a un metro cúbico.

Ello permite definir el volumen real de arena, puesto que los restantes son conocidos a partir de sus dosis calculadas en la forma descrita anteriormente, el cual, multiplicado por la densidad real de la arena, conduce al valor de la dosis de arena, expresada en kilos por metro cúbico.

3.2 MORTERO.-

Los morteros son mezclas plásticas obtenidas con un aglomerante, arena y agua, que sirven para unir las piedras o ladrillos que integran las obras de mampostería y para revestirlos con enlucidos o revoques.

3.2.1 TIPOS DE MORTERO.-

Los morteros se denominan según sea el aglomerante. Así se tienen morteros de yeso, de cal o de cemento.

Los *morteros bastardos* son aquéllos en los que intervienen dos aglomerantes, como por ejemplo, yeso y cal, cemento y cal, etc.

La mezcla de un aglomerante y agua se denomina *pasta* y se dice de consistencia normal cuando la cantidad de agua de amasado es igual a los huecos del aglomerante suelto; si es menor será seca y mayor fluida, llamándose *lechada* cuando se amasa con mucha agua.

3.2.2 USOS Y DOSIFICACIÓN.- Morteros de cemento y arena.-

Morteros de cemento y arena					
Tipo de mortero	Proporción en volumen		kg cemento por m ³ de mortero	Empleo preferente	Resistencia kg/cm ²
	Cemento	Arena			
Ricos	1	1	800	Bruñidos y revoques impermeables.	
	1	2	600	Enlucidos, revoque de zócalos, corrido de cornisas.	
	1	3	450	Bóvedas tabicadas, muros muy cargados, enlucidos de pavimento, enfoscados.	160
Ordinarios	1	4	380	Bóvedas de escalera, tabiques de rasilla.	130
	1	5	300	Muros cargados, mampostería de ladrillos, enfoscados.	98
Pobres	1	6	250	Mamposterías cargadas.	75
	1	8	200	Muros sin carga.	50
	1	10	170	Rellenos para solera.	30

Tabla 15. Dosificación de morteros cemento-arena. ⁽⁹⁾

Morteros de cal y arena.-

Morteros de cal y arena		
Proporción en volumen		Empleo preferente
Pasta de cal	Arena	
1	1	Enlucidos.
1	2	Revoques.
1	3	Muros de ladrillo.
1	4	Muros de mampostería.

Tabla 16. Dosificación de morteros cal-arena ⁽⁹⁾

Morteros de cemento y cal.-

Morteros de cemento y cal			
Proporción en volumen			Empleo preferente
Cemento	Pasta de cal	Agua	
1	1	6	Muros cargados, impermeables.
1	1	8	Muros poco cargados.
1	1	10	Cimientos.
4	1	12	Revoques impermeables.

Tabla 17. Dosificación de morteros cemento-cal ⁽⁹⁾

DOSIFICACIONES DE MORTEROS EN PESO.-

Aplicación	Dosificación cemento/arena	Cemento kg/m ³	Arena ⁽¹⁾ volumen/m ³	Agua l/m ³
Muros de poca carga	1 : 4	380	1.100	240
Muros cargados ⁽²⁾	1 : 3	460	0.980	260
Revoques impermeables ^(3 y 4)	1 : 1.5	740	0.812	300
Resanados de fachada ⁽⁴⁾	2 : 3			

Tabla 18. Dosificación de morteros cemento-arena en peso ⁽⁹⁾

Notas:

- 1) El peso es de 1500 kg/m³.
- 2) Para mampostería de ladrillo y resanados exteriores.
- 3) Debe agregarse 31 kg/m³ de líquido impermeabilizante.
- 4) 2 partes de cemento y 3 de arena.

4 ENSAYOS DE LABORATORIO

4.1 RESULTADOS

DOSIFICACION 1m ³						
MATERIALES /PROSEDENCIA	GUAYAQUIL	ARENA DE BANCO	ARENA HOMOGENIZADA	CANTO RODADO	ARENA DE RIO	ARENA DE MAR
Agregado Fino	694,28	415,43	716,42	628,69	699,70	552,08
Agregado Grueso	1047,43	1326,28	1025,29	1012,00	1042,01	1189,63
Cemento	344,29	344,29	344,29	408,30	344,29	344,29
Agua	199,00	199,00	199,00	236,00	199,00	199,00

4.1.1 CILINDROS DE HORMIGON.-

EDAD	GUAYAS	ARENA DE BANCO	ARENA HOMOGENIZADA	CANTO RODADO	ARENA DE RIO	ARENA DE MAR
	RESISTENCIA kg/cm ²					
0	0	0	0	0	0	0
4	136,08	91,15	69,97	99,49	104,63	57,13
7	173,95	110,40	83,44	123,24	127,09	72,53

4.1.2 CUBOS DE MORTEO.-

Relación 1:2:

EDAD	GUAYAS	ARENA DE BANCO	ARENA HOMOGENIZADA	ARENA DE RIO	ARENA DE MAR
	RESISTENCIA kg/cm ²				
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	191,40	180,51	107,73	172,20	174,93
6	262,67	249,00	168,20	208,50	209,20

Relación 1:4:

EDAD	GUAYAS	ARENA DE BANCO	ARENA HOMOGENIZADA	ARENA DE RIO	ARENA DE MAR
	RESISTENCIA kg/cm ²				
0	0	0	0	0	0
3	169,60	28,80	34,40	49,00	49,47
6	195,50	40,60	48,13	60,50	71,20

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de realizar los diferentes ensayos a los agregados utilizados en Guayaquil, Portoviejo y Posorja podemos concluir lo siguiente:

GUAYAQUIL:

- Aunque los agregados de Guayaquil no se ajustan estrictamente a las granulometrías exigidas en las Normas de Diseño de Hormigones del ACI (American Concrete Institute), presentan un bajo contenido de finos (se encuentran prácticamente lavados), lo que da como resultado un buen comportamiento del hormigón.

POSORJA:

- A pesar que los agregados provenientes de cantos rodados, cumplen con la resistencia al desgaste, estos no cumplen con la granulometría debido a que la presencia de finos es predominante, por lo tanto es recomendable mejorarla adicionando agregado grueso, o utilizarla como arena gruesa.
- La arena de río tiene una granulometría aceptable, con presencia de finos y debería ser probada en la elaboración de suelo cemento para obtener una mayor economía.

- El modulo de finura obtenido de la arena de mar se encuentra por debajo de la unidad, está compuesto aproximadamente por un 20% de hierro, por lo tanto se deberían tomar consideraciones especiales para el diseño de hormigones.

PORTOVIEJO:

- El agregado grueso tiene una alta resistencia al desgaste y una buena granulometría, pero tiene un alto porcentaje de finos proveniente de la trituración de la roca.
- La arena homogenizada proviene del proceso de trituración del agregado grueso y mejorada con arena de banco, posee una buena granulometría pero tiene un alto porcentaje de finos proveniente de la trituración de la roca, se deberían realizar análisis a estos finos para saber que reacción produce en el hormigón.
- La arena de banco de origen marino presenta un modulo de finura por debajo de la unidad, por lo tanto se debería utilizar un criterio diferente para realizar un diseño de hormigón.

GENERALES

- Los ábacos y programas utilizados para diseños de hormigón han sido elaborados para trabajar con agregados que cumplen las granulometrías recomendadas, las mismas que no son obtenidas con los agregados que se fueron probados.

- La relación a/c como dosificador de cemento, es aplicable para agregados que cumplan con las granulometrías normadas, con un bajo contenido de finos. Para agregados con un alto porcentaje de pasante tamiz No. 100 se deben tomar otras consideraciones.
- La resistencia de las mezclas de hormigón es inversamente proporcional a la relación Pasante tamiz No.100/cemento.
- La resistencia de los morteros presenta una tendencia similar en la relación Pasante tamiz No.100/cemento, salvo el caso de la arena de mar, la cual presenta una alta resistencia en relación a la arena de banco, este resultado puede ser debido a su composición, lo cual requiere un mayor estudio.
- La trabajabilidad del concreto es afectada por diversas características de los agregados, tales como: la forma de las partículas, la textura superficial, el tamaño y la granulometría.
- Por las características de los materiales estudiados, debería recomendarse lavar los agregados antes de ser empleados, recomendación que encontramos en la mayoría de normas y libros técnicos. Pero pensar en su cumplimiento en obra resulta una utopía si estos no son lavados en las canteras, ya que serán usados con las impurezas que lleguen al lugar donde son requeridas debido a los volúmenes combinados de material que se utilizan. Por tanto, los diseños deben realizarse tomando en cuenta que estas impurezas van a estar presentes en el momento de

realizar las mezclas de concreto, y si los agregados deben ser tratados en obra, el tratamiento a recomendar debería aplicarse en el momento de realizar el amasado del hormigón, caso contrario se debe rechazar el material y buscar uno de mayor rendimiento en los alrededores, por lo tanto se recomienda lo siguiente:

PORTOVIEJO.-

Es recomendable utilizar la arena de banco aunque su granulometría sea caótica, ya que la arena homogenizada tiene un alto contenido de finos que podrían ser perjudiciales para el hormigón.

POSORJA.-

Se debería separar el agregado grueso del fino en el caso del canto rodado (ripio) para obtener una mejor granulometría del agregado grueso, y luego combinarlo con la arena en las proporciones adecuadas. Por efecto del tipo de finos que contiene esta arena, se deben tomar las precauciones del caso para evitar futuros inconvenientes con el hormigón.

Se debería de explorar la zona en busca de arena de banco que mejore la durabilidad del hormigón.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Ing. Carmen Terreros de Varela, MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, CDP-ESPOL.⁽¹⁾
- Ing. MIC. MScIS. Diego Sánchez de Guzmán, TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO, Biblioteca de la Construcción, Bhandar Editores.⁽²⁾
- El Manual de Pepe Hormigón, Consejos Prácticos sobre el Hormigón, INSTITUTO ECUATORIANO DEL CEMENTO Y EL CONCRETO – INECYC, ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE HORMIGÓN PREMEZCLADO DEL ECUADOR – APRHOPEC, Primera Edición: 2007.⁽³⁾

Páginas web:

- <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon01.htm>⁽⁴⁾
- <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon02-a.htm>⁽⁵⁾
- <http://www.monografias.com/trabajos4/concreto/concreto.shtml>⁽⁶⁾
- <http://www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/aciT6.htm>⁽⁷⁾
- http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_de_minas_y_petroleos/mecanicarocas/default3.asp⁽⁸⁾

- http://www.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/Tema13.pdf⁽⁹⁾
- <http://www.uprm.edu/civil/html/laborato/lab2.pdf>⁽¹⁰⁾
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Concreto>⁽¹¹⁾
- <http://www.grupominetti.com/viewpg.asp?Cod=438>⁽¹²⁾
- <http://www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/conoT7.htm>⁽¹³⁾

7 ANEXOS

7.1 HOJAS DE ENSAYOS



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

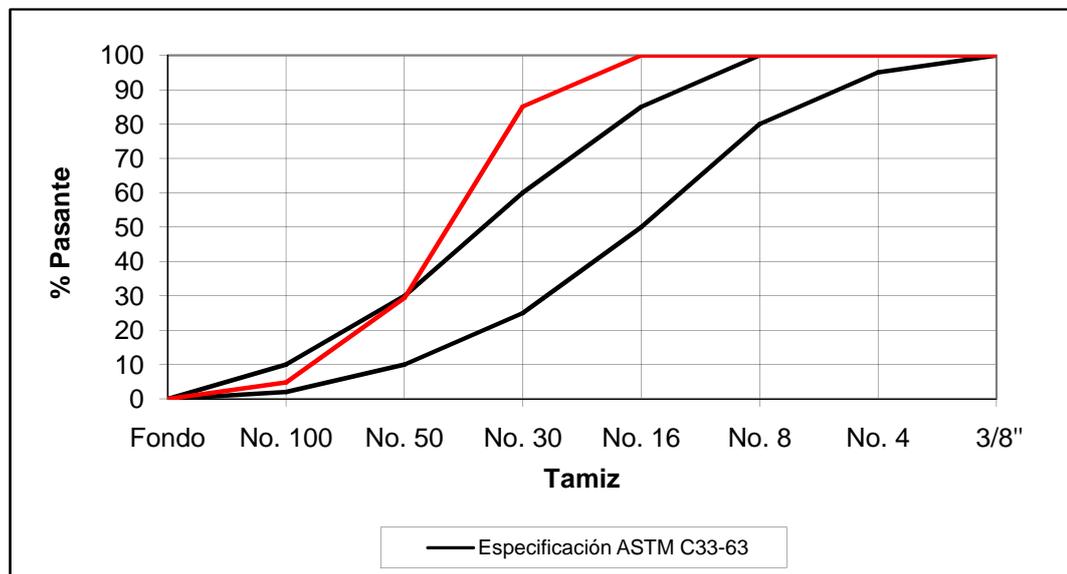
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

Referencias: ASTM C33 - 63

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE
 HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE
 GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia
 del material: GUAYAQUIL
 Descripción
 del Material: ARENA DE RIO

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso parcial (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	Especificaciones
3/8"	9.38			0.00	100.00	100
No. 4	4.750					95 - 100
No. 8	2.360					80 - 100
No. 16	1.180					50 - 85
No. 30	0.600	71.9	14.94	14.94	85.06	25 - 60
No. 50	0.300	267.6	55.59	70.52	29.48	10 - 30
No. 100	0.150	118.7	24.66	95.18	4.82	2 - 10
Fondo	-	23.2	4.82	100.00	0.00	0
Total		481.40				



ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

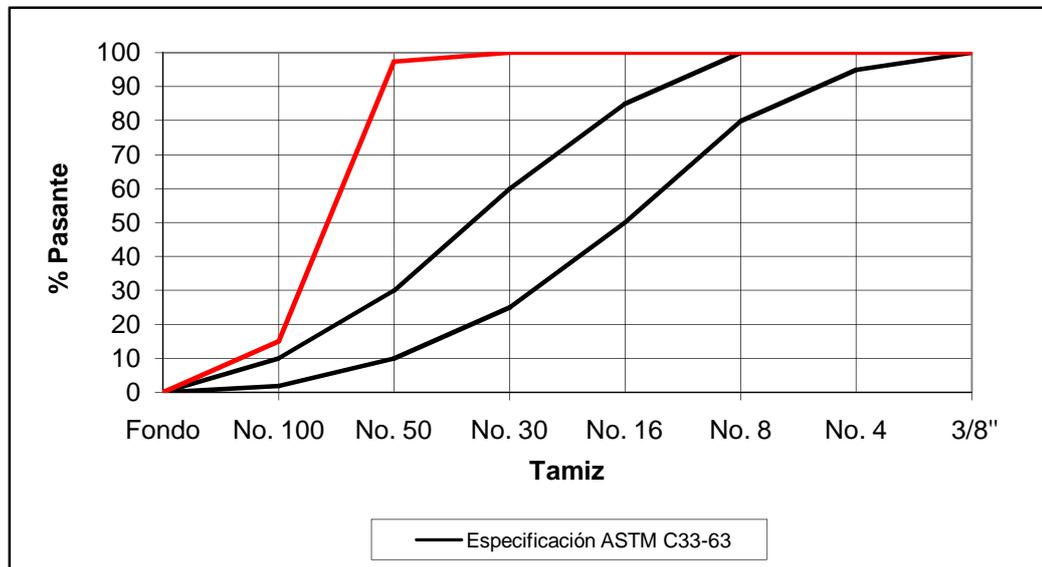
Referencias: ASTM C33 - 63

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE
 HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS
 DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA DE BANCO ORIGEN MARINO

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso parcial (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	Especificaciones
3/8"	9.38			0.00	100.00	100
No. 4	4.750					95 - 100
No. 8	2.360					80 - 100
No. 16	1.180					50 - 85
No. 30	0.600					25 - 60
No. 50	0.300	12.37	2.47	2.47	97.53	10 - 30
No. 100	0.150	411.73	82.35	84.82	15.18	2 - 10
Fondo	-	75.90	15.18	100.00	0.00	0
Total		500.00				



ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

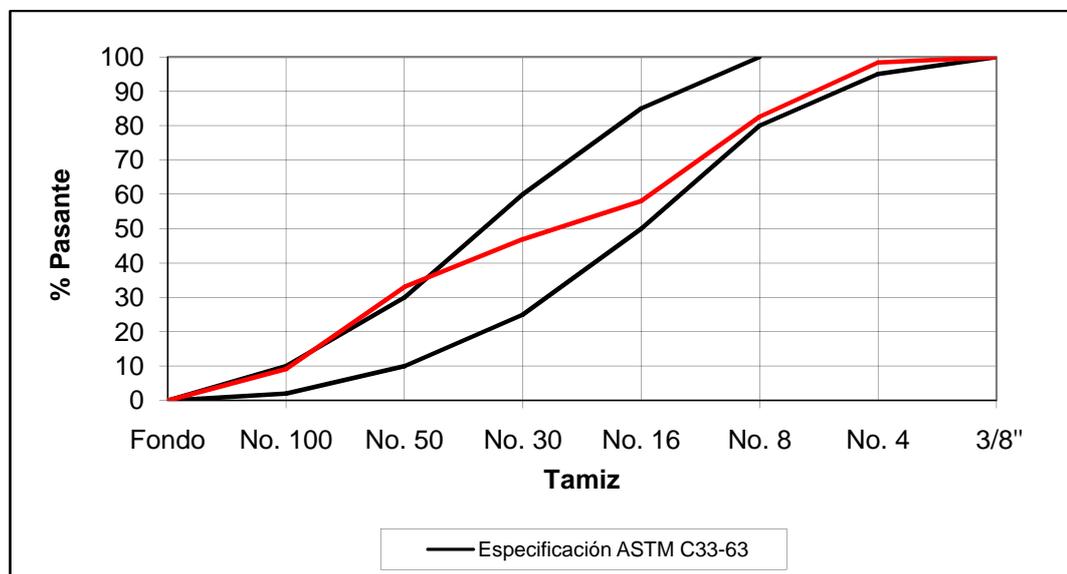
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

Referencias: ASTM C33 - 63

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE
 HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE
 GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO
 Descripción del Material: ARENA HOMOGENIZADA PIEDRA TRITURADA

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso parcial (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	Especificaciones
3/8"	9.38			0.00	100.00	100
No. 4	4.750	8.00	1.60	1.60	98.40	95 - 100
No. 8	2.360	78.88	15.78	17.38	82.62	80 - 100
No. 16	1.180	122.64	24.53	41.90	58.10	50 - 85
No. 30	0.600	55.96	11.19	53.10	46.90	25 - 60
No. 50	0.300	69.02	13.80	66.90	33.10	10 - 30
No. 100	0.150	119.80	23.96	90.86	9.14	2 - 10
Fondo	-	45.70	9.14	100.00	0.00	0
Total		500.00				



ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

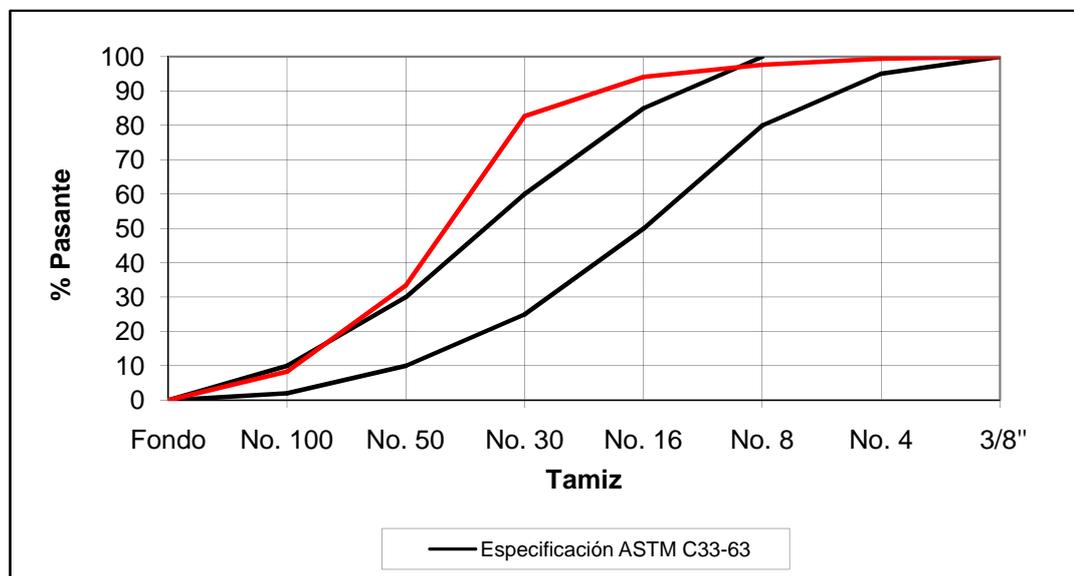
Referencias: ASTM C33 - 63

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA

Descripción del Material: ARENA DE RIO

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso parcial (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	Especificaciones
3/8"	9.38			0.00	100.00	100
No. 4	4.750	3.09	0.62	0.62	99.38	95 - 100
No. 8	2.360	8.50	1.70	2.32	97.68	80 - 100
No. 16	1.180	17.70	3.54	5.86	94.14	50 - 85
No. 30	0.600	57.50	11.50	17.36	82.64	25 - 60
No. 50	0.300	246.20	49.24	66.60	33.40	10 - 30
No. 100	0.150	125.08	25.02	91.61	8.39	2 - 10
Fondo	-	41.93	8.39	100.00	0.00	0
Total		500.00				



ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

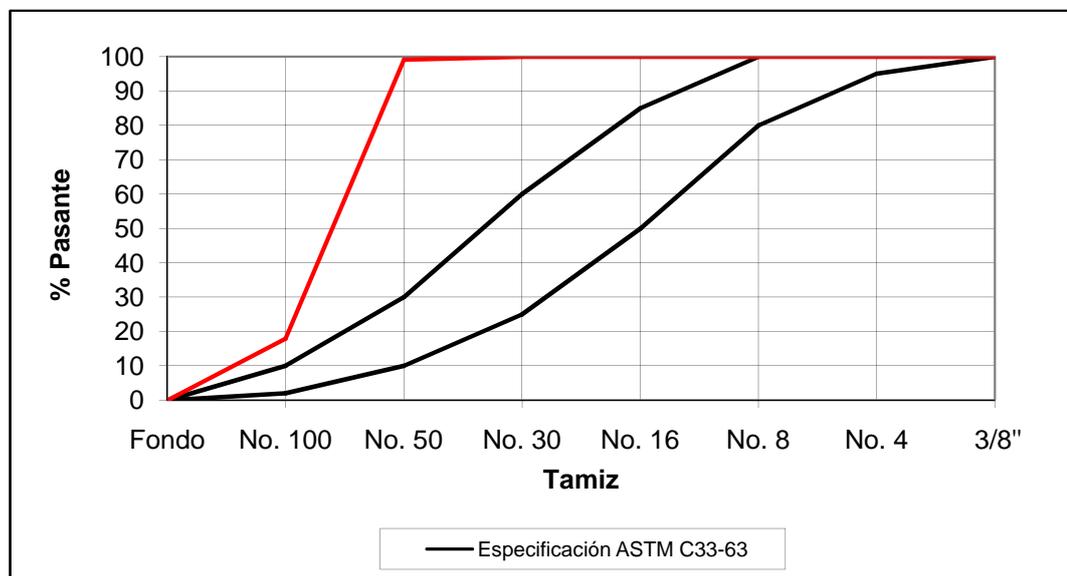
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

Referencias: ASTM C33 - 63

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE
 HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE
 GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE MAR

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso parcial (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	Especificaciones
3/8"	9.38			0.00	100.00	100
No. 4	4.750					95 - 100
No. 8	2.360					80 - 100
No. 16	1.180					50 - 85
No. 30	0.600					25 - 60
No. 50	0.300	4.40	0.88	0.88	99.12	10 - 30
No. 100	0.150	406.10	81.22	82.10	17.90	2 - 10
Fondo	-	89.50	17.90	100.00	0.00	0
Total		500.00				



ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



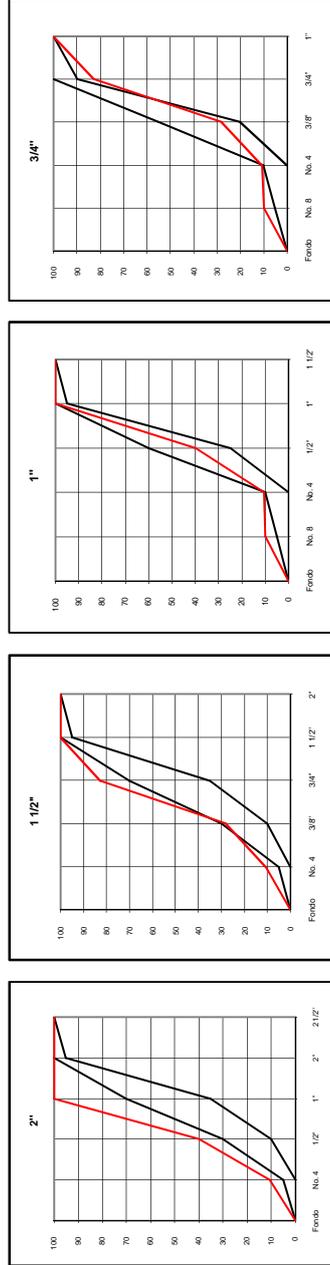
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO
 Descripción del Material: PIEDRA TRITURADA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO
 Referencias: ASTM C33 - 63

# Tamiz	Peso parcial (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	Especificaciones			
					2"	1 1/2"	1"	3/4"
2 1/2"	0.00			100.00	100			
2"	0.00				95 - 100	100		
1 1/2"	0.00				35 - 70	95 - 100	100	
1"	0.00						95 - 100	100
3/4"	690.00	17.25	17.25	82.75		35 - 70		90 - 100
1/2"	1712.00	42.80	60.05	39.95	10 - 30		25 - 60	
3/8"	476.00	11.90	71.95	28.05		10 - 30		20 - 55
No. 4	700.00	17.50	89.45	10.55	0 - 5	0 - 5	0 - 10	0 - 10
No. 8	26.00	0.65	90.10	9.90			0 - 5	0 - 5
Fondo	396.00	9.90	100.00	0.00				
Total	4000.00							



ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez

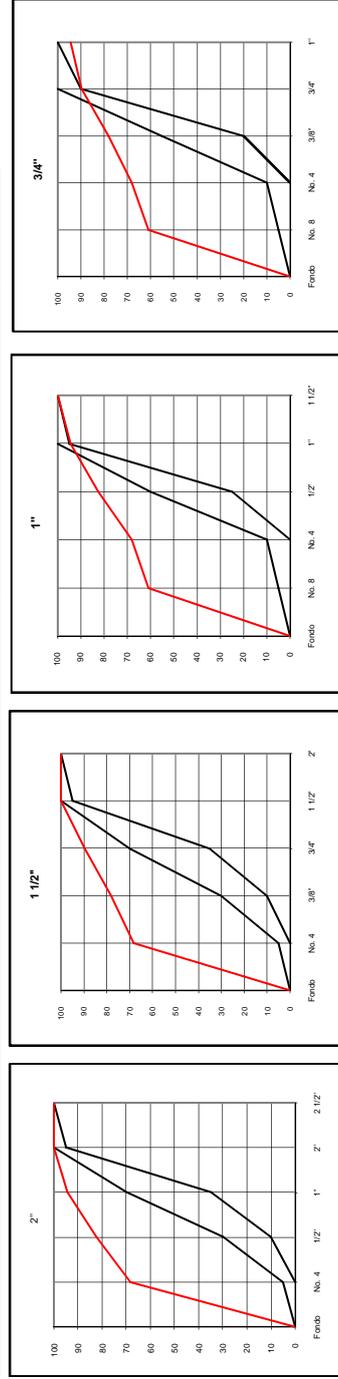
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
BORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA
 RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS
 ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL,
 PORTOVIEJO Y POSORJA.

Proyecto: **POSORJA**
 Procedencia del material: **POSORJA**
 Descripción del Material: **CANTO RODADO**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO
 Referencias: ASTM C33 - 63

# Tamiz	Peso parcial (gr.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado	Especificaciones			
					2"	1 1/2"	1"	3/4"
2 1/2"	0.00			100.00	100			
2"	0.00				95 - 100	100		
1 1/2"	0.00					95 - 100	100	
1"	252.00	5.60	5.60	94.40	35 - 70	95 - 100	95 - 100	100
3/4"	216.00	4.80	10.40	89.60		35 - 70	90 - 100	
1/2"	324.00	7.20	17.60	82.40	10 - 30		25 - 60	
3/8"	196.00	4.36	21.96	78.04		10 - 30		20 - 55
No. 4	442.00	9.82	31.78	68.22	0 - 5	0 - 5	0 - 10	0 - 10
No. 8	326.00	7.24	39.02	60.98			0 - 5	0 - 5
Fondo	2744.00	60.98	100.00	0.00				
Total	4500.00							



ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES

Norma de referencia: ASTM C131-89

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: PIEDRA TRITURADA

Gradación	Número de esferas	Peso de la carga (gr)
A	12	5000±25
B	11	4584±25
C	8	3320±20
D	6	2500±15

Granulometría de las muestras a ensayarse

Abertura de los Tamices		Peso en gramos			
Pasante tamiz	Retenido tamiz	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	Nº4			2500±10	
Nº4	Nº8				5000±10

Gradación tipo:	B	
Peso inicial	PI (gr) =	5000
Peso final	PF (gr) =	3970
$\% = \frac{PI - PF}{PI} \times 100$	% =	20.60%

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES

Norma de referencia: ASTM C131-89

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MOETEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA

Descripción del Material: CANTO RODADO

Gradación	Número de esferas	Peso de la carga (gr)
A	12	5000±25
B	11	4584±25
C	8	3320±20
D	6	2500±15

Granulometría de las muestras a ensayarse

Abertura de los Tamices		Peso en gramos			
Pasante tamiz	Retenido tamiz	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	Nº4			2500±10	
Nº4	Nº8				5000±10

Gradación tipo:	A	
Peso inicial	PI (gr) =	5005
Peso final	PF (gr) =	2545
$\% = \frac{PI - PF}{PI} \times 100$	% =	49.15%

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES
 Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL,
 PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: GUAYAQUIL
 Descripción del Material: ARENA DE RIO
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50

PESOS VOLUMETRICOS DE AGREGADOS

	Peso agregado grueso varillado	Peso agregado grueso sin varillar
Peso 1	41.4 lb	37.7 lb
Peso 2	40.8 lb	37.3 lb
Peso 3	41.4 lb	37.3 lb
Promedio	41.2 lb	37.4 lb
	Peso agregado fino varillado	Peso agregado fino sin varillar
Peso 1	44.8 lb	42.5 lb
Peso 2	44.8 lb	42.0 lb
Peso 3	44.9 lb	42.0 lb
Promedio	44.8 lb	42.2 lb
	Peso recipiente: 12.5 lb	
	Altura recipiente: 30 cm	
	Diametro: 19.5 cm	
	Radio: 9.75 cm	
	Volumen recipiente: 8959.43 cm ³	0.00896 m ³
Peso real		
Agregado grueso varillado:	28.7 lb	13.0 Kg
Agregado grueso sin varillar	24.9 lb	11.3 Kg
Agregado fino varillado:	32.3 lb	14.7 Kg
Agregado fino sin varillar:	29.7 lb	13.5 Kg

Peso Volumetrico Agregado Grueso Varillado (PVV):

PVV = Masa agregado grueso varillado/Volumen del recipiente

PVV: 1456.06 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Grueso Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado grueso sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1264.96 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado varillado (PVS):

PVS = Masa agregado fino sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1640.39 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado fino sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1505.10 Kg/m³

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES
 Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL,
 PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: GUAYAQUIL
 Descripción del Material: ARENA DE RIO
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS

Ma = Mmw - (Mm + B)
 Ma (Masa de agua añadida al matraz) = 307.76 g
 Mm (Masa del matraz) = 179.64 g
 Mmw (Masa del conjunto matraz, agua y muestra) = 987.4 g
 B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 500 g
 A (Masa de la muestra seca) = 490.4 g
Gravedad especifica saturada con superficie seca:
 $Ges = B/(500 - Ma) \quad 2.60$

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A) * 100 \quad 1.96 \%$$

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADO GRUESO

A (Masa de la muestra seca) = 5170 g
 B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 5305 g
 C (Masa de la muestra sumergida en el agua) = 3220 g
Gravedad especifica saturada con superficie seca:
 $Ges = B/(B - C) \quad 2.54$

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A) * 100 \quad 2.61 \%$$

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

TAMICES			PESO RET. (g.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM (%)	PASANTE (%)
ASTM	ABERTURA					
3/8"	9.5 mm					100
No. 4	4.75 mm		0		0	
No. 8	2.36 mm		0		0	
No. 16	1.18 mm		0		0	
No. 30	0.6 mm		71.9	14.94	14.94	85.06
No. 50	0.3 mm		267.6	55.59	70.52	29.48
No.100	0.15 mm		118.7	24.66	95.18	4.82
Fondo			23.2	4.82	100.00	0.00
			481.4			

MODULO DE FINURA:

$$(\Sigma \% \text{ retenido acumulado de N}^\circ 4 \text{ al N}^\circ 100) / 100 = \mathbf{1.81}$$

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: GUAYAQUIL
 Descripción del Material: ARENA DE RIO
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50

DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES POR EL MÉTODO ACI 211.1

Ingreso de Datos	
Revenimiento	50 mm
	Losas, columnas, muros, vigas
	mínimo 50 máximo 100
Módulo de Finura (Agregado Fino)	1.81
Tamaño máximo Nominal del Agregado	3/4 pulgadas 19.00 mm
Resistencia a Compresión Requerida	280 kg/cm ²
Incorporará aire a la mezcla?	No
Características de las partículas (Agregado Grueso)	Angular y rugosa
Gravedad Específica Grueso	2.54 kg/m ³
Peso varillado grueso	1456.06 kg/m ³
Peso suelto grueso	1264.96 kg/m ³
Densidad del hormigón	2285.00 kg/m ³
Gravedad Específica Fino	2.60
Peso varillado fino	1640.39 kg/m ³
Peso suelto fino	1505.10 kg/m ³
Humedad del agregado fino	1.3 (%)
Absorción del agregado fino	1.96 (%)
Humedad del agregado grueso	1.2 (%)
Absorción del agregado grueso	2.61121857 (%)
Cemento, densidad	3150 kg/m ³

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: GUAYAQUIL

Descripción del Material: ARENA DE RIO

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

DATOS DE LA MEZCLA

Agregado Fino

Módulo de Finura	1.80639801
Peso Unitario Varillado	1640.39123 kg
Humedad	1.3 %
Absorción	1.95758564 %

Agregado Grueso

Tamaño máximo del agregado	19.00 mm
Peso Unitario Varillado	1456.05861 kg/m ³
Humedad	1.2 %
Absorción	2.61121857 %

Mezcla

Aire Incluido	No
Asentamiento	50 mm
f'c	280 kg/cm ²

RESULTADOS

Pesos de Material para

1 m³

Agregado Fino	694.28 kg
Agregado Grueso	1047.43 kg
Cemento	344.29 kg
Agua	199.00 kg

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES
 Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL,
 PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA DE BANCO ORIGEN MARINO

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

PESOS VOLUMETRICOS DE AGREGADOS

	Peso agregado grueso varillado	Peso agregado grueso sin varillar
Peso 1	44.6 lb	39.2 lb
Peso 2	44.7 lb	39.1 lb
Peso 3	44.7 lb	39.2 lb
Promedio	44.67 lb	39.2 lb
	Peso agregado fino varillado	Peso agregado fino sin varillar
Peso 1	44.4 lb	40.9 lb
Peso 2	44.5 lb	40.9 lb
Peso 3	44.4 lb	40.9 lb
Promedio	44.4 lb	40.9 lb
	Peso recipiente: 12.5 lb	
	Altura recipiente: 30 cm	
	Diametro: 19.5 cm	
	Radio: 9.75 cm	
	Volumen recipiente: 8959.43 cm ³	0.00896 m ³
Peso real		
Agregado grueso varillado:	32.2 lb	14.6 Kg
Agregado grueso sin varillar:	26.7 lb	12.1 Kg
Agregado fino varillado:	31.9 lb	14.5 Kg
Agregado fino sin varillar:	28.4 lb	12.9 Kg

Peso Volumetrico Agregado Grueso Varillado (PVV):

PVV = Masa agregado grueso varillado/Volumen del recipiente

PVV: 1631.94 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Grueso Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado grueso sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1352.90 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino varillado (PVS):

PVS = Masa agregado fino varillado/Volumen del recipiente

PVS: 1620.10 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado fino sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1440.84 Kg/m³

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO
 Descripción del Material: ARENA DE BANCO ORIGEN MARINO
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS

Mm (Masa del matraz) = 191.3 g
 Mmw (Masa del conjunto matraz, agua y muestra) = 1009 g
 B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 500 g
 A (Masa de la muestra seca) = 497.79 g
 Ma = Mmw - (Mm + B)
 Ma (Masa de agua añadida al matraz) = 317.7 g
Gravedad especifica saturada con superficie seca:
 $Ges = B/(500 - Ma) \quad 2.74$

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A) * 100 \quad 0.44 \%$$

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADO GRUESO

A (Masa de la muestra seca) = 4780 g
 B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 4957 g
 C (Masa de la muestra sumergida en el agua) = 3075 g
Gravedad especifica saturada con superficie seca:
 $Ges = B/(B - C) \quad 2.63$

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A) * 100 \quad 3.70 \%$$

MODULO DE FINURA

TAMICES			PESO RET.	RETENIDO	RET. ACUM.	PASANTE
			(g.)	(%)	(%)	(%)
ASTM	ABERTURA					
3/8"	9.5 mm					100
No. 4	4.75 mm		0		0	
No. 8	2.36 mm		0		0	
No. 16	1.18 mm		0		0	
No. 30	0.6 mm		0	0.00	0.00	100.00
No. 50	0.3 mm		12.37	2.47	2.47	97.53
No.100	0.15 mm		411.73	82.35	84.82	15.18
Fondo			75.90	15.18	100.00	0.00
			500			

MODULO DE FINURA:

(Σ % retenido acumulado de N° 4 al N° 100) / 100 =

0.87

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA DE BANCO ORIGEN MARINO

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES POR EL MÉTODO ACI 211.1

Ingreso de Datos	
Revenimiento	50 mm
	Losas, columnas, muros, vigas
	mínimo 50 máximo 100
Módulo de Finura (Agregado Fino)	0.87
Tamaño máximo Nominal del Agregado	3/4 pulgadas 19.00 mm
Resistencia a Compresión Requerida	280 kg/cm ²
Incorporará aire a la mezcla?	No
Características de las partículas (Agregado Grueso)	Angular y rugosa
Gravedad Específica Grueso	2.63 kg/m ³
Peso varillado grueso	1631.94 kg/m ³
Peso suelto grueso	1352.90 kg/m ³
Densidad del hormigón	2285.00 kg/m ³
Gravedad Específica Fino	2.74
Peso varillado fino	1620.10 kg/m ³
Peso suelto fino	1440.84 kg/m ³
Humedad del agregado fino	1.3 (%)
Absorción del agregado fino	0.44 (%)
Humedad del agregado grueso	2 (%)
Absorción del agregado grueso	3.70292887 (%)
Cemento, densidad	3150 kg/m ³

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA DE BANCO ORIGEN MARINO

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

DATOS DE LA MEZCLA

Agregado Fino

Módulo de Finura	0.87294
Peso Unitario Varillado	1620.09773 kg
Humedad	1.3 %
Absorción	0.44396231 %

Agregado Grueso

Tamaño máximo del agregado	19.00 mm
Peso Unitario Varillado	1631.93561 kg/m ³
Humedad	2 %
Absorción	3.70292887 %

Mezcla

Aire Incluido	No
Asentamiento	50 mm
f'c	280 kg/cm ²

RESULTADOS

Pesos de Material para

1 m³

Agregado Fino	415.43 kg
Agregado Grueso	1326.28 kg
Cemento	344.29 kg
Agua	199.00 kg

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES
 Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL,
 PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA HOMOGENIZADA PIEDRA TRITURADA

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

PESOS VOLUMETRICOS DE AGREGADOS

	Peso agregado grueso varillado	Peso agregado grueso sin varillar
Peso 1	44.6 lb	39.2 lb
Peso 2	44.7 lb	39.1 lb
Peso 3	44.7 lb	39.2 lb
Promedio	44.666667 lb	39.2 lb
	Peso agregado fino varillado	Peso agregado fino sin varillar
Peso 1	41.9 lb	39.2 lb
Peso 2	41.8 lb	39.4 lb
Peso 3	42.1 lb	39.4 lb
Promedio	41.9 lb	39.3 lb
	Peso recipiente: 12.5 lb	
	Altura recipiente: 30 cm	
	Diámetro: 19.5 cm	
	Radio: 9.75 cm	
	Volumen recipiente: 8959.43 cm ³	0.00896 m ³
Peso real		
Agregado grueso varillado:	32.2 lb	14.6 Kg
Agregado grueso sin varillar	26.7 lb	12.1 Kg
Agregado fino varillado:	29.4 lb	13.4 Kg
Agregado fino sin varillar:	26.8 lb	12.2 Kg

Peso Volumetrico Agregado Grueso Varillado (PVV):
 PVV = Masa agregado grueso varillado/Volumen del recipiente
PVV: 1631.94 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Grueso Sin varillar (PVS):
 PVS = Masa agregado grueso sin varillar/Volumen del recipiente
PVS: 1352.90 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino varillado (PVS):
 PVS = Masa agregado fino varillado/Volumen del recipiente
PVS: 1493.26 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino Sin varillar (PVS):
 PVS = Masa agregado fino sin varillar/Volumen del recipiente
PVS: 1361.36 Kg/m³

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iniguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA HOMOGENIZADA PIEDRA TRITURADA

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS

Mm (Masa del matraz) = 186.32 g

Mmw (Masa del conjunto matraz, agua y muestra) = 986 g

B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 500 g

A (Masa de la muestra seca) = 478 g

Ma = Mmw - (Mm + B)

Ma (Masa de agua añadida al matraz) = 299.68 g

Gravedad específica saturada con superficie seca:

$Ges = B/(500-Ma)$ **2.50**

Porcentaje de Absorción:

$Ab = ((B - A)/A)*100$ **4.60 %**

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADO GRUESO

A (Masa de la muestra seca) = 4780 g

B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 4957 g

C (Masa de la muestra sumergida en el agua) = 3075 g

Gravedad específica saturada con superficie seca:

$Ges = B/(B - C)$ **2.63**

Porcentaje de Absorción:

$Ab = ((B - A)/A)*100$ **3.70 %**

MODULO DE FINURA

TAMICES		PESO RET.	RETENIDO	RET. ACUM	PASANTE
		(g.)	(%)	(%)	(%)
ASTM	ABERTURA				
3/8"	9.5 mm				100
No. 4	4.75 mm	8.00	1.60	1.60	98.40
No. 8	2.36 mm	78.88	15.78	17.38	82.62
No. 16	1.18 mm	122.64	24.53	41.90	58.10
No. 30	0.6 mm	55.96	11.19	53.10	46.90
No. 50	0.3 mm	69.02	13.80	66.90	33.10
No.100	0.15 mm	119.80	23.96	90.86	9.14
Fondo		45.70	9.14	100.00	0.00
		500			

MODULO DE FINURA:

$(\Sigma \% \text{ retenido acumulado de N}^\circ 4 \text{ al N}^\circ 100) / 100 =$

2.72

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA HOMOGENIZADA PIEDRA TRITURADA

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES POR EL MÉTODO ACI 211.1

Ingreso de Datos

Revenimiento mm

mínimo máximo
50 100

Módulo de Finura

(Agregado Fino)

pulgadas
19.00 mm

Tamaño máximo Nominal del Agregado

Resistencia a Compresión Requerida kg/cm²

Incorporará aire a la mezcla?

Características de las partículas

(Agregado Grueso)

Gravedad Específica Grueso	2.63	kg/m ³
Peso varillado grueso	1631.94	kg/m ³
Peso suelto grueso	1352.90	kg/m ³
Densidad del hormigón	2285.00	kg/m ³

Gravedad Específica Fino	2.50	
Peso varillado fino	1493.26	kg/m ³
Peso suelto fino	1361.36	kg/m ³
Humedad del agregado fino	1.3	(%)
Absorción del agregado fino	4.60	(%)

Humedad del agregado grueso	1.2	(%)
Absorción del agregado grueso	3.70292887	(%)

Cemento, densidad kg/m³

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Triguero Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA HOMOGENIZADA PIEDRA TRITURADA

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

DATOS DE LA MEZCLA

Agregado Fino

Módulo de Finura	2.72
Peso Unitario Varillado	1493.26 kg
Humedad	1.3 %
Absorción	4.60 %

Agregado Grueso

Tamaño máximo del agregado	19.00 mm
Peso Unitario Varillado	1631.94 kg/m ³
Humedad	1.2 %
Absorción	3.70 %

Mezcla

Aire Incluido	No
Asentamiento	50 mm
f'c	280 kg/cm ²

RESULTADOS

Pesos de Material para

1 m³

Agregado Fino	716.42 kg
Agregado Grueso	1025.29 kg
Cemento	344.29 kg
Agua	199.00 kg

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES
 Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL,
 PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE RIO
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50

PESOS VOLUMETRICOS DE AGREGADOS

Peso agregado grueso varillado		Peso agregado grueso sin varillar
Peso 1	41.4 lb	37.7 lb
Peso 2	40.8 lb	37.3 lb
Peso 3	41.4 lb	37.3 lb
Promedio	41.2 lb	37.4 lb
Peso agregado fino varillado		Peso agregado fino sin varillar
Peso 1	44.3 lb	40.8 lb
Peso 2	44.5 lb	41.1 lb
Peso 3	44.2 lb	41.0 lb
Promedio	44.3 lb	41.0 lb
Peso recipiente: 12.5 lb		
Altura recipiente: 30 cm		
Diametro: 19.5 cm		
Radio: 9.75 cm		
Volumen recipiente: 8959.43 cm ³		0.00896 m ³
Peso real		
Agregado grueso varillado:	28.7 lb	13.0 Kg
Agregado grueso sin varillar	24.9 lb	11.3 Kg
Agregado fino varillado:	31.8 lb	14.5 Kg
Agregado fino sin varillar:	28.5 lb	12.9 Kg

Peso Volumetrico Agregado Grueso Varillado (PVV):

PVV = Masa agregado grueso varillado/Volumen del recipiente

PVV: 1456.06 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Grueso Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado grueso sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1264.96 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino varillado (PVS):

PVS = Masa agregado fino varillado/Volumen del recipiente

PVS: 1615.02 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado fino sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1444.22 Kg/m³

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA

Descripción del Material: ARENA DE RIO

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS

Mm (Masa del matraz) = 186.4 g

Mmw (Masa del conjunto matraz, agua y muestra) = 993.9 g

B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 500 g

A (Masa de la muestra seca) = 447.7 g

Ma = Mmw - (Mm + B)

Ma (Masa de agua añadida al matraz) = 307.5 g

Gravedad especifica saturada con superficie seca:

$Ges = B/(500-Ma)$ **2.60**

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A)*100 \quad \mathbf{11.68 \%}$$

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADO GRUESO

A (Masa de la muestra seca) = 5170 g

B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 5305 g

C (Masa de la muestra sumergida en el agua) = 3220 g

Gravedad especifica saturada con superficie seca:

$Ges = B/(B - C)$ **2.54**

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A)*100 \quad \mathbf{2.61 \%}$$

MODULO DE FINURA

TAMICES	ABERTURA	PESO RET. (g.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM (%)	PASANTE (%)
ASTM					
3/8"	9.5 mm				
No. 4	4.75 mm	3.09	0.62	0.62	99.38
No. 8	2.36 mm	8.50	1.70	2.32	97.68
No. 16	1.18 mm	17.70	3.54	5.86	94.14
No. 30	0.6 mm	57.50	11.50	17.36	82.64
No. 50	0.3 mm	246.20	49.24	66.60	33.40
No.100	0.15 mm	125.08	25.02	91.61	8.39
Fondo		41.93	8.39	100.00	0.00
		500			

MODULO DE FINURA:

$$(\Sigma \% \text{ retenido acumulado de } N^{\circ} 4 \text{ al } N^{\circ} 100) / 100 = \mathbf{1.84}$$

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA

Descripción del Material: ARENA DE RIO

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES POR EL MÉTODO ACI 211.1

Ingreso de Datos	
Revenimiento	50 mm
	Losas, columnas, muros, vigas
	mínimo 50 máximo 100
Módulo de Finura (Agregado Fino)	1.84
Tamaño máximo Nominal del Agregado	3/4 pulgadas 19.00 mm
Resistencia a Compresión Requerida	280 kg/cm ²
Incorporará aire a la mezcla?	No
Características de las partículas (Agregado Grueso)	Angular y rugosa
Gravedad Especifica Grueso	2.54 kg/m ³
Peso varillado grueso	1456.06 kg/m ³
Peso suelto grueso	1264.96 kg/m ³
Densidad del hormigón	2285.00 kg/m ³
Gravedad Especifica Fino	2.60
Peso varillado fino	1615.02 kg/m ³
Peso suelto fino	1444.22 kg/m ³
Humedad del agregado fino	1.3 (%)
Absorción del agregado fino	11.68 (%)
Humedad del agregado grueso	1.2 (%)
Absorción del agregado grueso	2.61121857 (%)
Cemento, densidad	3150 kg/m ³

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA

Descripción del Material: ARENA DE RIO

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

DATOS DE LA MEZCLA

Agregado Fino

Módulo de Finura	1.84364
Peso Unitario Varillado	1615.02436 kg
Humedad	1.3 %
Absorción	11.6819299 %

Agregado Grueso

Tamaño máximo del agregado	19.00 mm
Peso Unitario Varillado	1456.05861 kg/m3
Humedad	1.2 %
Absorción	2.61121857 %

Mezcla

Aire Incluido	No
Asentamiento	50 mm
f'c	280 kg/cm2

RESULTADOS

Pesos de Material para

1 m3

Agregado Fino	699.70 kg
Agregado Grueso	1042.01 kg
Cemento	344.29 kg
Agua	199.00 kg

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES
 Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL,
 PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: CANTO RODADO
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/8"
 REVENIMIENTO (mm): 50

PESOS VOLUMETRICOS DE AGREGADOS

	Peso agregado grueso varillado	Peso agregado grueso sin varillar
Peso 1	48.3 lb	46.8 lb
Peso 2	48.5 lb	46.4 lb
Peso 3	48.4 lb	46.7 lb
Promedio	48.4 lb	46.6 lb
	Peso agregado fino varillado	Peso agregado fino sin varillar
Peso 1	44.3 lb	40.8 lb
Peso 2	44.5 lb	41.1 lb
Peso 3	44.2 lb	41.0 lb
Promedio	44.3 lb	41.0 lb
	Peso recipiente: 12.5 lb	
	Altura recipiente: 30 cm	
	Diametro: 19.5 cm	
	Radio: 9.75 cm	
	Volumen recipiente: 8959.43 cm ³	0.00896 m ³
Peso real		
Agregado grueso varillado:	35.9 lb	16.3 Kg
Agregado grueso sin varillar	34.1 lb	15.5 Kg
Agregado fino varillado:	31.8 lb	14.5 Kg
Agregado fino sin varillar:	28.5 lb	12.9 Kg

Peso Volumetrico Agregado Grueso Varillado (PVV):

PVV = Masa agregado grueso varillado/Volumen del recipiente

PVV: 1821.34 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Grueso Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado grueso sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1731.71 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino varillado (PVS):

PVS = Masa agregado fino varillado/Volumen del recipiente

PVS: 1615.02 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado fino sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1444.22 Kg/m³

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: CANTO RODADO
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/8"
 REVENIMIENTO (mm): 50

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS

Mm (Masa del matraz) = 186.4 g
 Mmw (Masa del conjunto matraz, agua y muestra) = 993.9 g
 B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 500 g
 A (Masa de la muestra seca) = 447.7 g
 Ma = Mmw - (Mm + B)
 Ma (Masa de agua añadida al matraz) = 307.5 g
Gravedad específica saturada con superficie seca:
 $Ges = B/(500 - Ma) \quad 2.60$

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A) * 100 \quad 11.68 \%$$

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADO GRUESO

A (Masa de la muestra seca) = 4740 g
 B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 4910 g
 C (Masa de la muestra sumergida en el agua) = 2955 g
Gravedad específica saturada con superficie seca:
 $Ges = B/(B - C) \quad 2.51$

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A) * 100 \quad 3.59 \%$$

MODULO DE FINURA

TAMICES			PESO RET. (g.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM (%)	PASANTE (%)
ASTM	ABERTURA					
3/8"	9.5	mm				
No. 4	4.75	mm	3.09	0.62	0.62	99.38
No. 8	2.36	mm	8.50	1.70	2.32	97.68
No. 16	1.18	mm	17.70	3.54	5.86	94.14
No. 30	0.6	mm	57.50	11.50	17.36	82.64
No. 50	0.3	mm	246.20	49.24	66.60	33.40
No.100	0.15	mm	125.08	25.02	91.61	8.39
Fondo			41.93	8.39	100.00	0.00
			500			

MODULO DE FINURA:

$$(\Sigma \% \text{ retenido acumulado de N}^\circ 4 \text{ al N}^\circ 100) / 100 = \mathbf{1.84}$$

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: CANTO RODADO
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/8"
 REVENIMIENTO (mm): 50

DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES POR EL MÉTODO ACI 211.1

Revenimiento		Ingreso de Datos	
50	mm	Losas, columnas, muros, vigas	
mínimo	máximo		
50	100		
Módulo de Finura	1.84		
(Agregado Fino)			
Tamaño máximo Nominal del Agregado	3/8	pulgadas	
	9.51	mm	
Resistencia a Compresión Requerida	280	kg/cm ²	
Incorporará aire a la mezcla?	No		
Características de las partículas	Angular y rugosa		
(Agregado Grueso)			
Gravedad Específica Grueso	2.51	kg/m ³	
Peso varillado grueso	1821.34	kg/m ³	
Peso suelto grueso	1731.71	kg/m ³	
Densidad del hormigón	2285.00	kg/m ³	
Gravedad Específica Fino	2.60		
Peso varillado fino	1615.02	kg/m ³	
Peso suelto fino	1444.22	kg/m ³	
Humedad del agregado fino	10	(%)	
Absorción del agregado fino	11.68	(%)	
Humedad del agregado grueso	3	(%)	
Absorción del agregado grueso	3.58649789	(%)	
Cemento, densidad	3150	kg/m ³	

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA

Descripción del Material: CANTO RODADO

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/8"

REVENIMIENTO (mm): 50

DATOS DE LA MEZCLA

Agregado Fino

Módulo de Finura	1.84364
Peso Unitario Varillado	1615.02436 kg
Humedad	10 %
Absorción	11.6819299 %

Agregado Grueso

Tamaño máximo del agregado	9.51 mm
Peso Unitario Varillado	1821.34161 kg/m3
Humedad	3 %
Absorción	3.58649789 %

Mezcla

Aire Incluido	No
Asentamiento	50 mm
f'c	280 kg/cm2

RESULTADOS

Pesos de Material para

1 m3

Agregado Fino	628.69 kg
Agregado Grueso	1012.00 kg
Cemento	408.30 kg
Agua	236.00 kg

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES
 Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL,
 PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE MAR
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

PESOS VOLUMETRICOS DE AGREGADOS

	Peso agregado grueso varillado	Peso agregado grueso sin varillar
Peso 1	41.4 lb	37.7 lb
Peso 2	40.8 lb	37.3 lb
Peso 3	41.4 lb	37.3 lb
Promedio	41.2 lb	37.4 lb
	Peso agregado fino varillado	Peso agregado fino sin varillar
Peso 1	47.5 lb	42.8 lb
Peso 2	47.6 lb	42.7 lb
Peso 3	47.4 lb	42.8 lb
Promedio	47.5 lb	42.8 lb
	Peso recipiente: 12.5 lb	
	Altura recipiente: 30 cm	
	Diametro: 19.5 cm	
	Radio: 9.75 cm	
	Volumen recipiente: 8959.43 cm ³	0.00896 m ³
Peso real		
Agregado grueso varillado:	28.7 lb	13.0 Kg
Agregado grueso sin varillar	24.9 lb	11.3 Kg
Agregado fino varillado:	35.0 lb	15.9 Kg
Agregado fino sin varillar:	30.3 lb	13.8 Kg

Peso Volumetrico Agregado Grueso Varillado (PVV):

PVV = Masa agregado grueso varillado/Volumen del recipiente

PVV: 1456.06 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Grueso Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado grueso sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1264.96 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino varillado (PVS):

PVS = Masa agregado fino varillado/Volumen del recipiente

PVS: 1775.68 Kg/m³

Peso Volumetrico Agregado Fino Sin varillar (PVS):

PVS = Masa agregado fino sin varillar/Volumen del recipiente

PVS: 1535.54 Kg/m³

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE MAR
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS

Mm (Masa del matraz) = 183.76 g
 Mmw (Masa del conjunto matraz, agua y muestra) = 1016 g
 B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 500 g
 A (Masa de la muestra seca) = 499.43 g
 Ma = Mmw - (Mm + B)
 Ma (Masa de agua añadida al matraz) = 332.24 g
Gravedad específica saturada con superficie seca:
 $Ges = B/(500 - Ma)$ **2.98**

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A) * 100 \quad \mathbf{0.11 \%}$$

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADO GRUESO

A (Masa de la muestra seca) = 5170 g
 B (Masa de la muestra saturada con superficie seca) = 5305 g
 C (Masa de la muestra sumergida en el agua) = 3220 g
Gravedad específica saturada con superficie seca:
 $Ges = B/(B - C)$ **2.54**

Porcentaje de Absorción:

$$Ab = ((B - A)/A) * 100 \quad \mathbf{2.61 \%}$$

MODULO DE FINURA

TAMICES			PESO RET.	RETENIDO	RET. ACUM	PASANTE
			(g.)	(%)	(%)	(%)
ASTM	ABERTURA					
3/8"	9.5 mm					100
No. 4	4.75 mm		0		0	
No. 8	2.36 mm		0		0	
No. 16	1.18 mm		0		0	
No. 30	0.6 mm		0	0.00	0.00	100.00
No. 50	0.3 mm		4.40	0.88	0.88	99.12
No.100	0.15 mm		406.10	81.22	82.10	17.90
Fondo			89.50	17.90	100.00	0.00
			500			

MODULO DE FINURA:

(Σ % retenido acumulado de N° 4 al N° 100) / 100 =

0.83

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA

Descripción del Material: ARENA DE MAR

Cemento: IP

T.M.A.G.: 3/4"

REVENIMIENTO (mm): 50

DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES POR EL MÉTODO ACI 211.1

Revenimiento		Ingreso de Datos	
50	mm	Losas, columnas, muros, vigas	
mínimo	máximo		
50	100		
Módulo de Finura	0.83	Gravedad Especifica Grueso	2.54 kg/m ³
(Agregado Fino)		Peso varillado grueso	1456.06 kg/m ³
		Peso suelto grueso	1264.96 kg/m ³
		Densidad del hormigón	2285.00 kg/m ³
Tamaño máximo Nominal del Agregado	3/4 pulgadas	Gravedad Especifica Fino	2.98
	19.00 mm	Peso varillado fino	1775.68 kg/m ³
		Peso suelto fino	1535.54 kg/m ³
Resistencia a Compresión Requerida	280 kg/cm ²	Humedad del agregado fino	1.3 (%)
		Absorción del agregado fino	0.11 (%)
Incorporará aire a la mezcla?	No	Humedad del agregado grueso	2 (%)
		Absorción del agregado grueso	2.61121857 (%)
Características de las partículas	Angular y rugosa	Cemento, densidad	3150 kg/m ³
(Agregado Grueso)			

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE MAR
 Cemento: IP
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50

DATOS DE LA MEZCLA

Agregado Fino

Módulo de Finura	0.8298
Peso Unitario Varillado	1775.68123 kg
Humedad	1.3 %
Absorción	0.11413011 %

Agregado Grueso

Tamaño máximo del agregado	19.00 mm
Peso Unitario Varillado	1456.05861 kg/m ³
Humedad	2 %
Absorción	2.61121857 %

Mezcla

Aire Incluido	No
Asentamiento	50 mm
f'c	280 kg/cm ²

RESULTADOS

Pesos de Material para

1 m³

Agregado Fino	552.08 kg
Agregado Grueso	1189.63 kg
Cemento	344.29 kg
Agua	199.00 kg

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez

TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

DOSIFICACION 1m ³						
MATERIALES /PROCEDENCIA	GUAYAQUIL		PORTOVIEJO		POSORJA	
	ARENA DE RIO	ARENA DE BANCO	ARENA HOMOGENIZADA	CANTO RODADO	ARENA DE RIO	ARENA DE MAR
Agregado Fino	694.28	415.43	716.42	628.69	699.70	552.08
Agregado Grueso	1047.43	1326.28	1025.29	1012.00	1042.01	1189.63
Cemento	344.29	344.29	344.29	408.30	344.29	344.29
Agua	199.00	199.00	199.00	236.00	199.00	199.00

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iniguez Rodriguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: GUAYAQUIL
 Descripción del Material: ARENA DE RIO
 Cemento: IP
 AREA (cm²): 25
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50
 CILINDRO/DIAMETRO (cm): 15
 AREA (cm²): 176.71

CILINDRO Nº	FECHA		EDAD DIAS	C.MAXIMA (lb)	C.MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
	TOMA	ROTURA				
1	21/02/2009	25/02/2009	4	50500	22912.89	129.66
2	21/02/2009	25/02/2009	4	55500	25181.49	142.50
3	21/02/2009	25/02/2009	7	68500	31079.85	175.88
4	21/02/2009	25/02/2009	7	67000	30399.27	172.02

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
4	136.08
7	173.95

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO
 Descripción del Material: ARENA DE BANCO ORIGEN MARINO
 Cemento: IP
 AREA (cm²): 25
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50
 CILINDRO/DIAMETRO (cm): 15
 AREA (cm²): 176.71

CILINDRO Nº	FECHA		EDAD DIAS	C.MAXIMA (lb)	C.MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
	TOMA	ROTURA				
1	21/02/2009	25/02/2009	4	32000	14519.06	82.16
2	21/02/2009	25/02/2009	4	39000	17695.10	100.13
3	21/02/2009	28/02/2009	7	42500	19283.12	109.12
4	21/02/2009	28/02/2009	7	43500	19736.84	111.69

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
4	91.15
7	110.40

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO
 Descripción del Material: ARENA HOMOGENIZADA PIEDRA TRITURADA
 Cemento: IP
 AREA (cm²): 25
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50
 CILINDRO/DIAMETRO (cm): 15
 AREA (cm²): 176.71

CILINDRO Nº	FECHA		EDAD DIAS	C.MAXIMA (lb)	C.MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
	TOMA	ROTURA				
1	21/02/2009	25/02/2009	4	26500	12023.59	68.04
3	21/02/2009	28/02/2009	4	28000	12704.17	71.89
4	21/02/2009	28/02/2009	7	32500	14745.92	83.44
2	21/02/2009	25/02/2009	7	32500	14745.92	83.44

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
4	69.97
7	83.44

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: CANTO RODADO
 Cemento: IP
 AREA (cm²): 25
 T.M.A.G.: 3/8"
 REVENIMIENTO (mm): 50
 CILINDRO/DIAMETRO (cm): 15
 AREA (cm²): 176.71

CILINDRO Nº	FECHA		EDAD DIAS	C.MAXIMA (lb)	C.MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
	TOMA	ROTURA				
1	21/02/2009	25/02/2009	4	38500	17468.24	98.85
3	21/02/2009	28/02/2009	4	39000	17695.10	100.13
4	21/02/2009	28/02/2009	7	48000	21778.58	123.24
2	21/02/2009	25/02/2009	7	48000	21778.58	123.24

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
4	99.49
7	123.24

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE RIO
 Cemento: IP
 AREA (cm²): 25
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50
 CILINDRO/DIAMETRO (cm): 15
 AREA (cm²): 176.71

CILINDRO Nº	FECHA		EDAD DIAS	C.MAXIMA (lb)	C.MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
	TOMA	ROTURA				
1	21/02/2009	25/02/2009	4	39500	17921.96	101.42
2	21/02/2009	25/02/2009	4	42000	19056.26	107.84
3	21/02/2009	28/02/2009	7	51500	23366.61	132.23
4	21/02/2009	28/02/2009	7	47500	21551.72	121.96

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
4	104.63
7	127.09

ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE MAR
 Cemento: IP
 AREA (cm²): 25
 T.M.A.G.: 3/4"
 REVENIMIENTO (mm): 50
 CILINDRO/DIAMETRO (cm): 15
 AREA (cm²): 176.71

CILINDRO Nº	FECHA		EDAD DIAS	C.MAXIMA (lb)	C.MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
	TOMA	ROTURA				
1	21/02/2009	25/02/2009	4	21000	9528.13	53.92
3	21/02/2009	28/02/2009	4	23500	10662.43	60.34
4	21/02/2009	28/02/2009	7	26500	12023.59	68.04
2	21/02/2009	25/02/2009	7	30000	13611.62	77.03

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
4	57.12760611
7	72.53280326

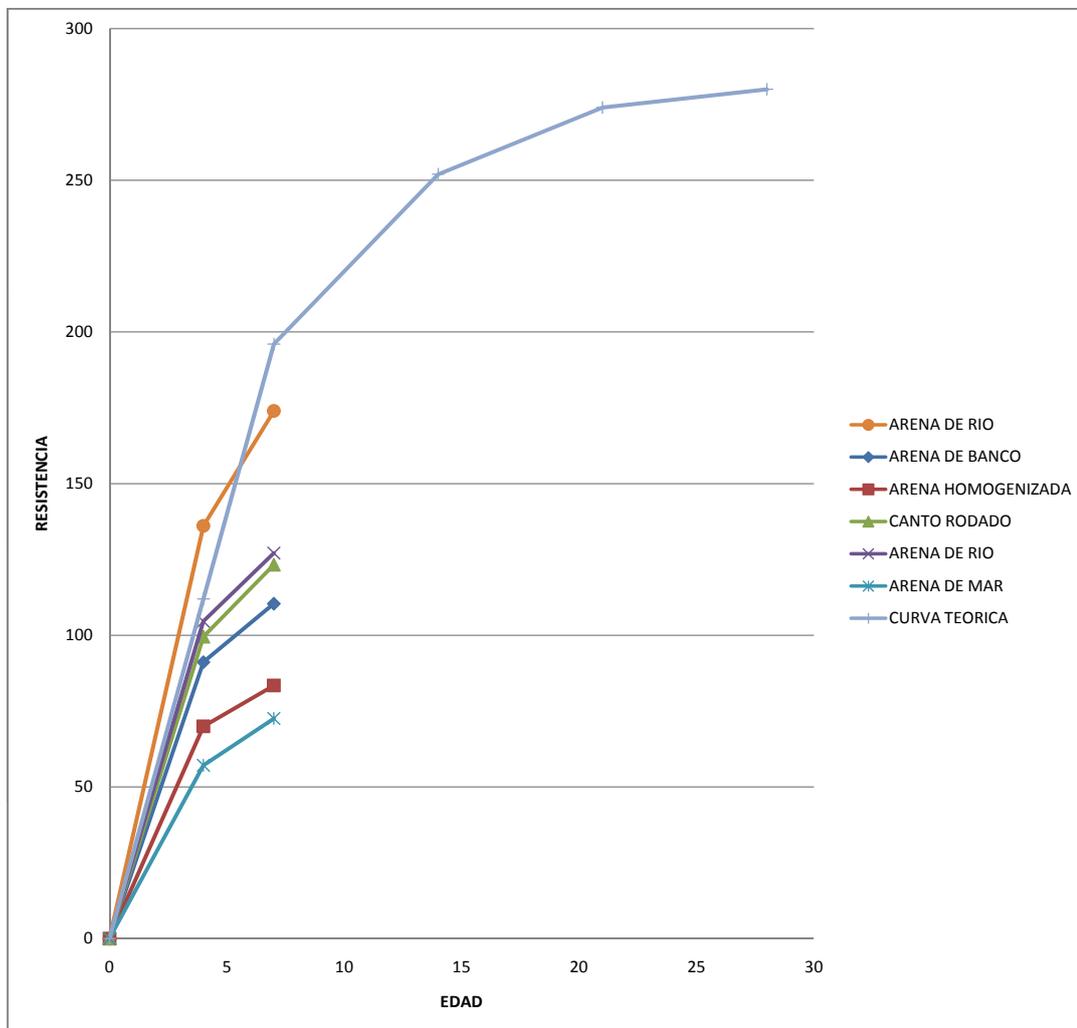
ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iñiguez Rodríguez

Proyecto:

TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Cemento: IP
 REVENIMIENTO (mm): 50
 CILINDRO/DIAMETRO (cm): 15
 AREA (cm2): 176.71

EDAD	GUAYAS	PORTOVIEJO			POSORJA	
	ARENA DE RIO RESISTENCIA	ARENA DE BANCO RESISTENCIA	ARENA HOMOGENIZADA RESISTENCIA	CANTO RODADO RESISTENCIA	ARENA DE RIO RESISTENCIA	ARENA DE MAR RESISTENCIA
0	0	0	0	0	0	0
4	136.08	91.15	69.97	99.49	104.63	57.13
7	173.95	110.40	83.44	123.24	127.09	72.53



ELABORADO POR:
 Gonzalo Rafael Garzón Vélez
 Freddy Richard Iníiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: GUAYAQUIL
 Descripción del Material: ARENA DE RIO
 Dosificación: 1:2
 Cemento: IP
 AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD	C.MAXIMA	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA	DIAS	(Kg)	(Kg/cm2)	
1	22/02/2009	25/02/2009	3	4740.00	189.60	
2	22/02/2009	25/02/2009	3	4830.00	193.20	
3	22/02/2009	28/02/2009	6	5800.00	232.00	
4	22/02/2009	28/02/2009	6	6850.00	274.00	
5	22/02/2009	28/02/2009	6	7050.00	282.00	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	191.40
6	262.67

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA DE BANCO ORIGEN MARINO

Dosificación: 1:2

Cemento: IP

AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD	C.MAXIMA	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA	DIAS	(Kg)	(Kg/cm2)	
1	26/02/2009	28/02/2009	3	4564.00	182.56	
2	26/02/2009	28/02/2009	3	4508.00	180.32	
3	26/02/2009	28/02/2009	3	4466.00	178.64	
4	26/02/2009	28/02/2009	6	6200.00	248.00	
5	26/02/2009	28/02/2009	6	6250.00	250.00	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	180.51
6	249.00

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA HOMOGENIZADA PIEDRA TRITURADA

Dosificación: 1:2

Cemento: IP

AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD	C.MAXIMA	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA	DIAS	(Kg)	(Kg/cm2)	
1	22/02/2009	25/02/2009	3	3010.00	120.40	Poroso
2	22/02/2009	25/02/2009	3	2120.00	84.80	Poroso >
3	22/02/2009	28/02/2009	3	2950.00	118.00	Poroso
4	22/02/2009	28/02/2009	6	4350.00	174.00	
5	22/02/2009	28/02/2009	6	4060.00	162.40	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	107.73
6	168.20

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA

Descripción del Material: ARENA DE RIO

Dosificación: 1:2

Cemento: IP

AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD	C.MAXIMA	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA	DIAS	(Kg)	(Kg/cm2)	
1	22/02/2009	25/02/2009	3	4220.00	168.80	
2	22/02/2009	25/02/2009	3	4390.00	175.60	
3	22/02/2009	28/02/2009	6	5050.00	202.00	
4	22/02/2009	28/02/2009	6	5350.00	214.00	
5	22/02/2009	28/02/2009	6	5200.00	208.00	
6	22/02/2009	28/02/2009	6	5250.00	210.00	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	172.20
6	208.50

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE MAR
 Dosificación: 1:2
 Cemento: IP
 AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD	C.MAXIMA	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA	DIAS	(Kg)	(Kg/cm2)	
1	22/02/2009	25/02/2009	3	4710.00	188.40	
2	22/02/2009	25/02/2009	3	4190.00	167.60	
3	22/02/2009	28/02/2009	3	4220.00	168.80	
4	22/02/2009	28/02/2009	6	5700.00	228.00	
5	22/02/2009	28/02/2009	6	4760.00	190.40	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	174.93
6	209.20

ELABORADO POR:

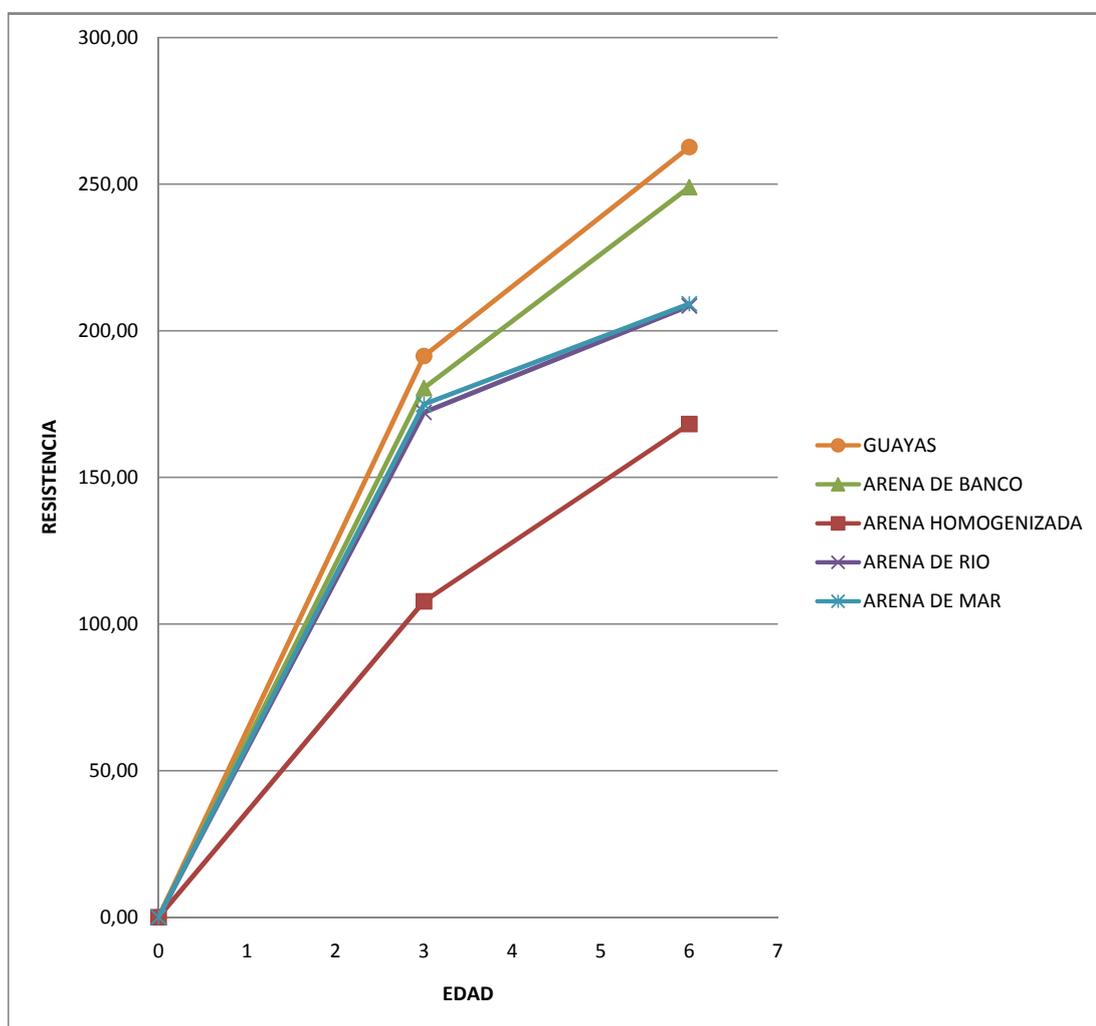
Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Dosificación: 1:2
Cemento: IP

EDAD	GUAYAS	PORTOVIEJO		POSORJA	
	ARENA DE RIO	ARENA DE BANCO	ARENA HOMOGENIZADA	ARENA DE RIO	ARENA DE MAR
	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	191.40	180.51	107.73	172.20	174.93
6	262.67	249.00	168.20	208.50	209.20



ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: GUAYAQUIL
 Descripción del Material: ARENA DE RIO
 Dosificación: 1:4
 Cemento: IP
 AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD	C.MAXIMA	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA	DIAS	(Kg)	(Kg/cm2)	
1	22/02/2009	25/02/2009	3	4460.00	178.40	
2	22/02/2009	25/02/2009	3	4020.00	160.80	
3	22/02/2009	28/02/2009	6	4800.00	192.00	
4	22/02/2009	28/02/2009	6	4750.00	190.00	
5	22/02/2009	28/02/2009	6	5100.00	204.00	
6	22/02/2009	28/02/2009	6	4900.00	196.00	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	169.60
6	195.50

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA DE BANCO ORIGEN MARINO

Dosificación: 1:4

Cemento: IP

AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD DIAS	C.MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA				
1	26/02/2009	28/02/2009	3	630.00	25.20	
2	26/02/2009	28/02/2009	3	735.00	29.40	
3	26/02/2009	28/02/2009	3	795.00	31.80	
4	26/02/2009	28/02/2009	6	1120.00	44.80	
5	26/02/2009	28/02/2009	6	910.00	36.40	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	28.80
6	40.60

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: PORTOVIEJO

Descripción del Material: ARENA HOMOGENIZADA PIEDRA TRITURADA

Dosificación: 1:4

Cemento: IP

AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD	C.MAXIMA	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA	DIAS	(Kg)	(Kg/cm2)	
1	22/02/2009	25/02/2009	3	850.00	34.00	Poroso
2	22/02/2009	25/02/2009	3	860.00	34.40	Poroso
3	22/02/2009	28/02/2009	3	870.00	34.80	Poroso
4	22/02/2009	28/02/2009	6	1200.00	48.00	
5	22/02/2009	28/02/2009	6	1190.00	47.60	
6	22/02/2009	28/02/2009	6	1220.00	48.80	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	34.40
6	48.13

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE RIO
 Dosificación: 1:4
 Cemento: IP
 AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD	C.MAXIMA	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA	DIAS	(Kg)	(Kg/cm2)	
1	22/02/2009	25/02/2009	3	1300.00	52.00	
2	22/02/2009	25/02/2009	3	1150.00	46.00	
3	22/02/2009	28/02/2009	6	1550.00	62.00	
4	22/02/2009	28/02/2009	6	1450.00	58.00	
5	22/02/2009	28/02/2009	6	1550.00	62.00	
6	22/02/2009	28/02/2009	6	1500.00	60.00	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	49.00
6	60.50

ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Procedencia del material: POSORJA
 Descripción del Material: ARENA DE MAR
 Dosificación: 1:4
 Cemento: IP
 AREA (cm2): 25

CUBO Nº	FECHA		EDAD	C.MAXIMA	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
	TOMA	ROTURA	DIAS	(Kg)	(Kg/cm2)	
1	22/02/2009	25/02/2009	3	1340.00	53.60	
2	22/02/2009	25/02/2009	3	1210.00	48.40	
3	22/02/2009	28/02/2009	3	1160.00	46.40	
4	22/02/2009	28/02/2009	6	1730.00	69.20	
5	22/02/2009	28/02/2009	6	1830.00	73.20	

EDAD :	RESISTENCIA PROMEDIO:
3	49.47
6	71.20

ELABORADO POR:

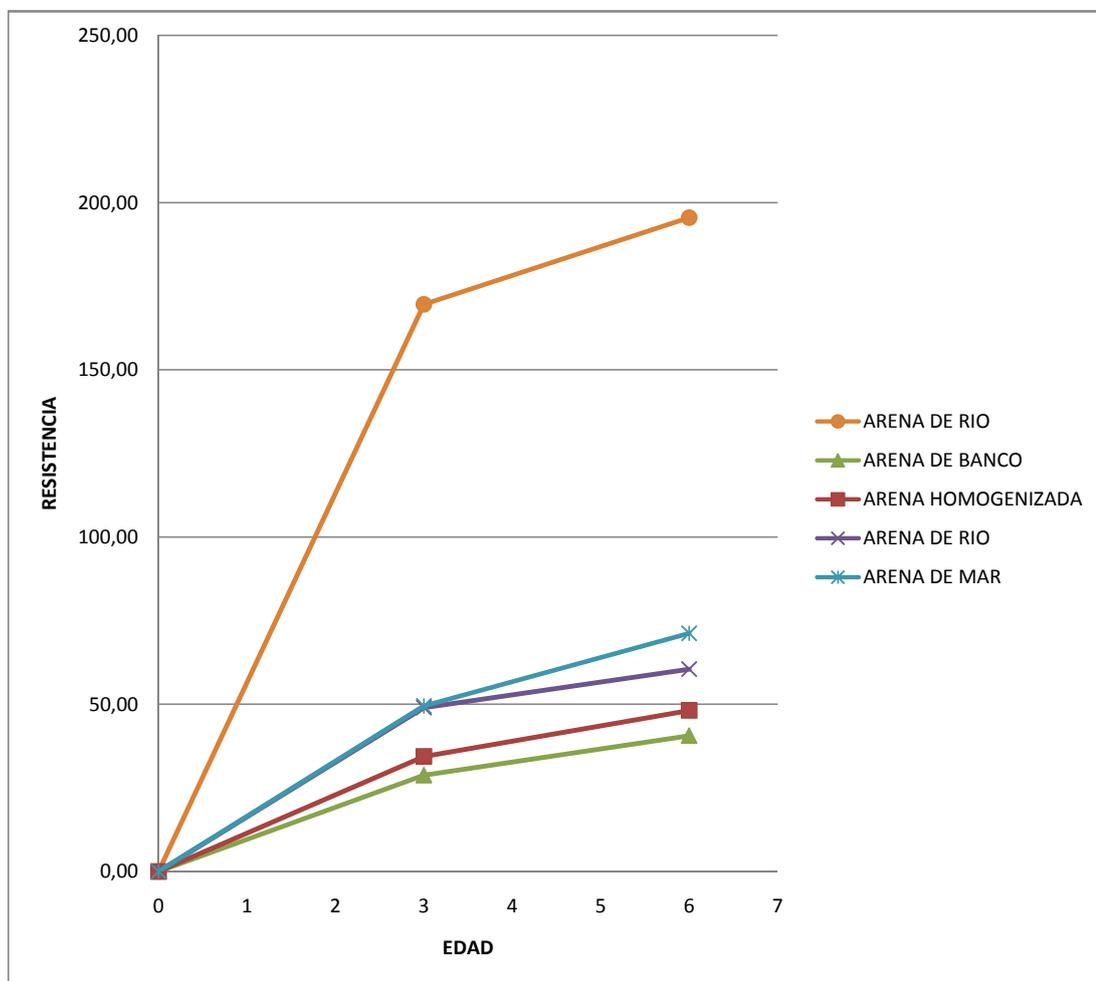
Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez

Proyecto: TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE
HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE
GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

Dosificación: 1:4
Cemento: IP

EDAD	GUAYAS	PORTOVIEJO			POSORJA	
	ARENA DE RIO	ARENA DE BANCO	ARENA HOMOGENIZADA	ARENA DE RIO	ARENA DE MAR	
	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	169.60	28.80	34.40	49.00	49.47	
6	195.50	40.60	48.13	60.50	71.20	



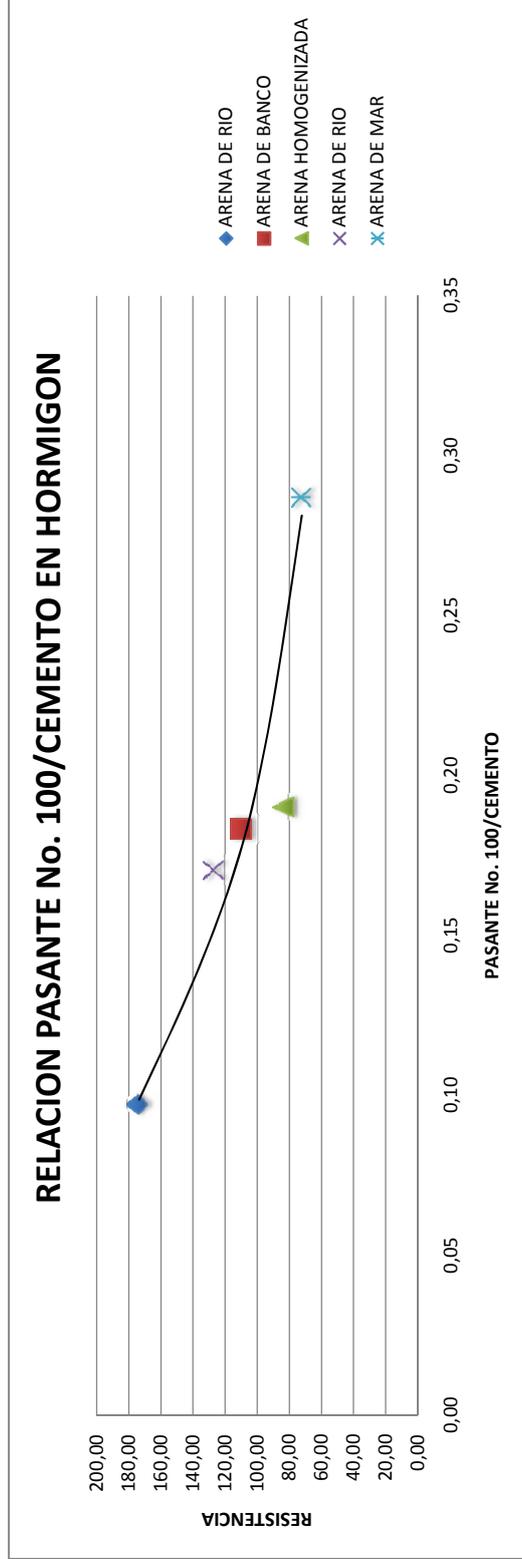
ELABORADO POR:

Gonzalo Rafael Garzón Vélez

Freddy Richard Iñiguez Rodríguez

TESINA: ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA.

	RELACION PASANTE No. 100/CEMENTO EN HORMIGON					
	GUAYAQUIL		PORTOVIEJO		POSORJA	
	ARENA DE RIO	ARENA DE BANCO	ARENA HOMOGENIZADA	ARENA DE RIO	ARENA DE MAR	ARENA DE RIO
PASANTE No. 100	0.05	0.15	0.09	0.08	0.18	0.18
Agregado Fino	694.28	415.43	716.42	699.70	552.08	552.08
Cemento	344.29	344.29	344.29	344.29	344.29	344.29
CANTIDAD DE PASANTE No. 100	33.46	63.06	65.48	58.70	98.82	98.82
PASANTE No. 100/CEMENTO	0.10	0.18	0.19	0.17	0.29	0.29
RESISTENCIA	173.95	110.40	83.44	127.09	72.53	72.53



ELABORADO POR:
Gonzalo Rafael Garzón Vélez
Freddy Richard Ifiguez Rodríguez

7.2 FOTOGRAFÍAS

ABRASION DE LOS ANGELES



AGREGADO GRUESO POSORJA



AGREGADO GRUESO PORTOVIEJO

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO



ARENA DE RIO POSORJA



ARENA HOMOGENIZADA PORTOVIEJO

PESO SUELTO Y VARILLADO DE LOS AGREGADOS



VARILLADO DEL AGREGADO GRUESO



PESO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN EL CONO DE ABRAMS



EXTRACCION DEL CONO DE ABRAMS



MEDICION DEL ASENTAMIENTO

AMASADO DEL HORMIGON



DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS



VASEADO DEL HORMIGON

PROBETAS DE HORMIGON



LLENADO DE LAS PROBETAS



RASADO DEL HORMIGON

CUBOS DE MORTERO



MEZCLADO DEL MORTERO CEMENTO ARENA



LLENADO DE LOS CUBOS

ROTURA DE CILINDROS DE HORMIGON



ROTURA DE CUBOS DE MORTERO

