

**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*



**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA  
CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU  
APLICACIÓN EN EDIFICACIONES”**

Tesis de grado previa a la  
obtención del Título de  
INGENIERO CIVIL.

**AUTOR:**

**DAVID ALEJANDRO REYES ABARCA**

**DIRECTOR:**

Ing. Humberto Ramírez Romero

**LOJA – ECUADOR  
2010**

**Ingeniero Humberto Ramírez Romero**

**DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

**CERTIFICA:**

Que el presente trabajo de tesis: “Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones”, desarrollado por el estudiante David Alejandro Reyes Abarca, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por lo tanto autorizo su presentación.

Loja, Agosto 2010

Ing. Humberto Ramírez Romero

## **AUTORÍA**

Las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

**David Alejandro Reyes Abarca**

## **CESIÓN DE DERECHOS**

“Yo, David Alejandro Reyes Abarca declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto de la Universidad Técnica Particular de Loja que en la parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajo científicos, técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

**David Alejandro Reyes Abarca**

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis maestros de la Universidad Técnica Particular de Loja, por haber compartido conmigo sus enseñanzas y sabiduría,

Al Ingeniero Humberto Ramírez, director de mi tesis, por su valiosa y decidida colaboración en la realización del presente trabajo.

A quienes con sus recomendaciones contribuyeron al desarrollo de este proyecto, de manera especial al Ing. Juan Carlos Guanín, Ing. John Soto.

**David Alejandro Reyes Abarca**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, a mi familia quienes me han apoyado y han contribuido con mi superación personal y profesional.

**David Alejandro Reyes Abarca**

## Introducción

Para la realización del presente trabajo se aplicará los conocimientos previamente adquiridos a través de la Universidad en materia de Tecnología del Concreto, Concreto I y II, Estructuras. Entendiendo un hormigón de alta resistencia (HAR) como aquel tipo de hormigón cuya resistencia a compresión sobrepasa un cierto valor patrón utilizado como referencia y que tiene unas características mecánicas superiores a las convencionales.

Este valor de referencia se define siguiendo el borrador 0 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE [1], actualmente vigente, como aquel cuya resistencia característica a compresión, en probeta cilíndrica de 15x30cm, a los 28 días, supera los 50 MPa.

Dicho hormigón se lo obtendrá con 3 tipos de rocas: Cuarzita, Riolita, Basalto de donde gravas y arenas serán obtenidas por trituración y luego según recomendación ACI 211.4 se procederá a su respectiva dosificación sin la aplicación de ningún tipo de aditivo.

La idea de la utilización de este tipo de hormigones se da debido a sus propiedades mecánicas que nos permiten mejorar la durabilidad de los elementos estructurales además de tener un mayor módulo de elasticidad lo que conllevara quizás a la disminución de desplazamientos laterales bajo fuerzas de sismo, para ello se ha decidido evaluar pórticos sismoresistentes cuyas características sean: 4 vanos de 5, 15 y 25 pisos de 2.70m cada nivel, para posteriores menciones los pórticos serán entonces P5, P15, P25 respectivamente teniendo en cuenta su altura, para el análisis computacional a realizarse haciendo uso de ETABS se deberá realizar las siguientes combinaciones de cálculo en función de sus materiales:

Caso 1: Vigas de hormigón convencional y columnas de HAR

Caso 2: Columnas de hormigón convencional y vigas de HAR

Caso 3: Vigas y columnas de HAR

Caso 4: Vigas y columnas de Hormigón Convencional

---

[1] El borrador 0 de la nueva EHE de 2007 sigue diciendo en su articulado que se considera hormigón de alta resistencia aquellos que en los ensayos a compresión superen los 50MPa.

Llámesese hormigón convencional a aquel cuya resistencia a la compresión simple a los 28 días será de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente el análisis de resultados se lo hará verificando derivas de piso, cantidades de acero y verificación de pórticos sismoresistentes, basado en la relación columna fuerte viga débil.

## **Problemática**

Hasta hace pocos años el hormigón de alta resistencia, se entendía como una meta poco interesante, donde se empleaba en construcciones singulares como la construcción de rascacielos. Pero recientemente se está introduciendo el uso de hormigones de alta resistencia (HAR) en edificios convencionales ya que desde principios de esta década, los hechos están poniendo de manifiesto el interés por el tema de proyectistas, constructores e investigadores.

Ese interés, no sólo radica en las altas resistencias que se alcanzan, sino también en otras propiedades a las que asimismo permite alcanzar altos valores, por ejemplo: mayor durabilidad.

El empleo de hormigones de alta resistencia puede ser considerado interesante por razones del proceso constructivo, además de por el propio material. Entre estas situaciones se puede encontrar casos de desencofrados rápidos, lo cual le abre un amplio abanico de posibilidades tanto en elementos prefabricados como en realizaciones in situ.

## **Justificación**

El hormigón como material estructural es susceptible de ser concebido, frente a cada aplicación, como aquél que es capaz de satisfacer unas determinadas prestaciones o requisitos impuestos por la aplicación. Ello conduce a plantear la concepción y diseño del mismo de una forma optimizada, encaminada a satisfacer los requisitos impuestos. Asimismo, esta concepción debe contemplar, en cada caso, de forma conjunta la dualidad del comportamiento como material en fresco y como material endurecido.



Con un estudio adecuado de las características de los materiales disponibles, proporciones correctas de mezcla, se tratara de obtener hormigones con resistencias situadas en el entorno de los 50MPa.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar y elaborar hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales obteniendo gravas y arenas del mismo material para su posterior análisis computacional.

### **Objetivos específicos**

Los puntos específicos de la presente investigación son:

- Obtención de agregados especiales en campo y analizarlos.
- Dosificar con dichos agregados un HAR
- Elaboración de especímenes de hormigón con cada material obtenido
- Modelación en ETABS de una estructura de 5, 15 y 25 pisos con la resistencia de los hormigones obtenidos en laboratorio.

## **Secuencia de la investigación**

En el capítulo uno se habla brevemente de la historia del HAR y el porqué de su utilización.

En el capítulo dos se hace referencia a uno de los mayores componentes del hormigón, los agregados.

En el capítulo tres se indica el tipo de agregados especiales y su lugar de extracción en la provincia de Loja.

En el capítulo cuatro se hace mención al proceso de trituración que sufrieron las rocas consideradas como agregados especiales para obtener gravas y arenas.

En el capítulo cinco se detalla paso a paso el diseño de una mezcla de concreto basado en las recomendaciones del ACI 211.4

En el capítulo seis se muestra la forma como se debe preparar un hormigón en laboratorio además de los ensayos pertinentes para asegurar la dualidad del hormigón en estado fresco y endurecido.

En el capítulo siete se hace uso de toda la información obtenida con la finalidad de cumplir los objetivos planteados mediante un análisis computacional.

En el capítulo ocho se detalla un análisis de resultados considerando por separado 3 puntos clave: áridos, hormigón, análisis computacional.

Finalmente se tiene en el capítulo nueve las conclusiones y recomendaciones en donde el punto más importante a destacar luego de un análisis de resultados es que la utilización de hormigones cuya resistencia a la compresión supere los 500 Kgf/cm<sup>2</sup>, nos permite disminuir de forma satisfactoria las secciones de los elementos a construirse, a pesar de estar sometidos a las mismas condiciones de carga logrando , aunque se recomienda el uso de aditivos plastificantes con la finalidad de volver más trabajable el hormigón conservando la relación a/c.

# CONTENIDO

<b>Certificación</b>	i
<b>Autoría</b>	ii
<b>Cesión de derechos</b>	iii
<b>Agradecimiento</b>	iv
<b>Dedicatoria</b>	v
<b>Introducción</b>	vi
<b>Problemática</b>	vii
<b>Justificación</b>	viii
<b>Objetivos</b>	viii
<b>Secuencia de investigación</b>	ix
<b>Capítulo 1 Generalidades del Concreto</b>	
1.1 Historia del Concreto de alta resistencia	2
1.2 Importancia	3
1.3 Definición de términos	3
<b>Capítulo 2 Agregados</b>	
2.1 Generalidades	5
2.2 Materiales	5
2.3 Características de los agregados de alto desempeño	8
<b>Capítulo 3 Rocas como agregados</b>	
3.1 Estructura de las rocas	11
3.2 Textura de las rocas	11
3.3 Propiedades mecánicas de las rocas	12
3.4 Rocas a analizar	14

<b>Capítulo 4</b>	<b>Trituración</b>	
	4.1 Proceso de Trituración	20
<b>Capítulo 5</b>	<b>Diseño de mezclas de concreto</b>	
	5.1 Alcance y disposiciones	24
	5.2 Datos Previos	25
	5.3 Diseño de mezcla de concreto $f'c=500\text{Kgf/cm}^2$ utilizando cuarcitas	27
<b>Capítulo 6</b>	<b>Preparación del HAR y ensayos de control</b>	
	6.1 Diseño	36
	6.2 Preparación de la mezcla	36
	6.3 Ensayos realizados al hormigón fresco	37
	6.4 Ensayos realizados al hormigón endurecido	42
<b>Capítulo 7</b>	<b>Análisis computacional</b>	
	7.1 Análisis sísmico estático	45
	7.2 Periodo de vibración	45
	7.3 Cortante basal	45
	7.4 Derivas de piso	50
	7.5 Refuerzo mínimo	50
	7.6 Columna fuerte viga débil	51
	7.7 Programa de cálculo: ETABS V9.6	52
	7.8 Tipo de Estructura a analizar	53
	7.9 Definición de elementos estructurales	54
	7.10 Cargas actuantes en vigas	54

7.11	Análisis en pórticos	56
7.12	Control de derivas	81
7.13	Costos en producción de hormigones	85
<b>Capítulo 8 Análisis de resultados</b>		
8.1	De los áridos	87
8.2	De los hormigones	88
8.3	Del análisis computacional	89
<b>Capítulo 9 Conclusiones y recomendaciones</b>		
9.1	Conclusiones	92
9.2	Recomendaciones	93
<b>Bibliografía</b>		95
<b>Anexos</b>		
a.	De los áridos	98
b.	De los hormigones	121
c.	De los pórticos	144
d.	Del análisis	154



# **CAPÍTULO 1**

# **GENERALIDADES DEL CONCRETO**

---





## 1.1 Historia del concreto de alta resistencia

El concreto de alta resistencia es parte de un gran grupo de hormigones denominados: Hormigones de Alto Desempeño (HAD) que se definen como “el hormigón que, teniendo las propiedades y uniformidad deseadas, no puede ser obtenido por métodos de mezclado, colocación y curado tradicionales”[1].

Por otro lado el Departamento Federal de administración de carreteras de los Estados Unidos: (FHWA 1998): dice que “Un hormigón de alto desempeño es diseñado para ser más durable y si es necesario más resistente que un hormigón convencional. Los hormigones de alto desempeño están compuestos de esencialmente los mismos materiales que un hormigón convencional, pero las proporciones son diseñadas para proveer la resistencia y durabilidad necesaria para los requerimientos estructurales y medioambientales del proyecto.”

En la última década, se empieza a utilizar hormigones de alta resistencia (HAR) en edificaciones convencionales, ya que a estos se los utilizaba únicamente en la construcción de rascacielos, y su evolución se ha dado de manera gradual a través del tiempo; por ejemplo en los años 50 se consideraba los hormigones de 34 MPa de resistencia a compresión como concreto de alta resistencia. En los años 60 los hormigones de 41 y 52 MPa eran considerados como tal. Al inicio de los años 70 se producían ya hormigones de 62 MPa y más recientemente se han usado in situ hormigones con resistencia a compresión por encima de 138 MPa.

Si bien es cierto el principal uso de los HAR en edificios altos es en columnas, también se tiene casos especiales como los siguientes: En 1983 se usó un hormigón de 69 MPa en el Interfirst, en Dallas porque el hormigón daba 6 veces más rigidez por dólar que los edificios con estructuras de acero.

---

[1] BUCHAS, J. et al, “Hormigones de Alta Performance. Un nuevo desafío tecnológico para La construcción en la presente década”. CEMENTO – HORMIGÓN, N° 730, España, 1994



Un hormigón de 131 MPa se usó en el Two Union Square en Seattle porque el diseñador quería un módulo de elasticidad de 41Gpa. Los ensayos demostraron que para obtener ese módulo se requería usar un hormigón de 131 MPa de resistencia a compresión.

## **1.2 Importancia**

Es obvio que el aumento de la resistencia a compresión del hormigón mejora también la durabilidad de los elementos, al aumentar la resistencia a compresión del hormigón también aumenta el módulo de elasticidad, por lo tanto disminuyen los desplazamientos laterales bajo fuerzas de sismo principalmente.

El utilizar hormigones de alta resistencia nos permite tener elementos con porcentajes de acero cercanos al mínimo, y se tienen también elementos de menor sección.

## **1.3 Definición de términos**

### **1.3.1 Concreto**

Este término se refiere a la mezcla de mortero y gravas (agregado grueso), en países como el nuestro se lo conoce como hormigón.

### **1.3.2 Concreto de alta resistencia**

Es aquel hormigón cuya resistencia característica a compresión, en probeta cilíndrica de 15x30cm, a los 28 días, supera los 50 MPa. Según EHE





# CAPÍTULO 2

# AGREGADOS

---





## 2.1 Generalidades

La importancia del uso del tipo y de la calidad correcta del agregado (árido) no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan entre el 60% y el 75% del volumen del concreto (70% a 85% de la masa) (Cuadro 2.1) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en esta investigación, se utilizará arenas y gravas provenientes de un mismo material de características especiales, es decir mejor desempeño comparado con materiales convencionales, que se detallarán más adelante.

Los agregados naturales para concreto son una mezcla de rocas y minerales. Mineral es una sustancia sólida natural con una estructura interna ordenada y una composición química que varía dentro de límites estrechos. Las rocas, que se clasifican según su origen en ígneas, sedimentarias o metamórficas, generalmente se componen de varios minerales.

<b>AIRE (1.5%)</b>
<b>AGUA (15%)</b>
<b>CEMENTO (10%)</b>
<b>AGREGADO GRUESO Y FINO (73.5%)</b>

*Cuadro. 2.1 Proporciones de materiales usados en la producción de concreto por volumen, Fuente: Tecnología y Propiedades del concreto, Capítulo 1, Pág. 12.*

## 2.2 Materiales

### 2.2.1 Arena

Este árido es el de mayor importancia en la formación de un hormigón, aun más importante que el resto de los materiales, porque permite formar en primera instancia la pasta de hormigón. (Fig. 2.2)



El propósito de usar arena en un hormigón es reducir los vacíos entre las gravas. La arena no debe contener tierra orgánica, mica, sales, agentes orgánicos, deben rechazarse las arenas de naturaleza granítica alterada.



Fig. 2.2 Agregado fino (arena). (IMG12185), Cap 5.

Al momento de obtener las arenas en laboratorio, éstas deben estar enmarcadas dentro de la siguiente granulometría (Tabla 2.3)

Tamiz†		Porcentaje que pasa (en masa)
9.5 mm	(¾ pulg.)	100
4.75 mm	(No. 4)	95 a 100
2.36 mm	(No. 8)	80 a 100
1.18 mm	(No. 16)	50 a 85
600 µm	(No. 30)	25 a 60
300 µm	(No. 50)	10 a 30*
150 µm	(No. 100)	2 a 10**

Tabla.2.3 Límites granulométricos del Agregado Fino según norma ASTM C33

### 2.2.2 Gravas

Estos elementos son los que forman el esqueleto en el hormigón por lo que es necesario saber la resistencia que estos tienen, para lo cual se deben conocer las siguientes características dadas por ensayos de laboratorio enunciados en el cuadro 2.4.

Basándonos en las recomendaciones de David Ponce Martínez no se hizo análisis para conocer potenciales reacciones mineralógicas de los agregados, pero de ser el caso recomiendo aplicar la norma ASTM C33 la cual en su apéndice nos indica claramente los diferentes métodos existentes.



Características y Ensayos de los Agregados			
Característica y/o Alcance	Norma	Importancia	Requisito o característica reportada
Muestreo de agregados gruesos y finos	ASTM D75	Aceptación o rechazo de materiales	-
Granulometría	ASTM C136	Trabajabilidad del concreto fresco	Porcentajes mínimo y máximo que pasan por los tamices estándar
Densidad media, densidad relativa y absorción del agregado grueso	ASTM C127	Cálculos del diseño de la mezcla	-
Densidad media, densidad relativa y absorción del agregado fino	ASTM C128	Cálculos del diseño de la mezcla	-
Humedad evaporable en una muestra de agregado por secado	ASTM C566	Tipo de Agregado	-

*Cuadro 2.4 Ensayos necesarios para conocer las características de los agregados Fuente: El autor*

La grava a obtener en esta investigación será una triturada, por lo que se garantiza la adherencia de dicho elemento al hormigón con las aristas que se forman durante la desintegración ocasionada.



*Fig.2.5 Piedra triturada. (IMG12184)*

### **2.2.3 Agua**

El agua es aquel componente del concreto que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes

Prácticamente cualquier agua natural que sea potable y no presente fuerte sabor u olor se la puede usar como agua de mezcla para la preparación del concreto. Se podría decir entonces que el agua es buena para beber es buena para producir hormigones.



#### **2.2.4 Aire**

Cuando el concreto se encuentra en proceso de mezclado, es normal que atrape aire dentro de la masa, para lo cual es necesario utilizar métodos de compactación y vibración para su liberación.

#### **2.2.5 Material Cementante**

El cemento hidráulico es un polvo fino que tiene la propiedad de fraguar y endurecer debido a una reacción química producida por el agua, manteniendo unidos los agregados.

El cemento a utilizar será el Portland Tipo I (Normal) el cual es el más común y resulta de la calcinación de mezclas controladas con materiales arcillosos, pizarra, esquistos, o escorias especiales de altos hornos, y materiales calizos como piedra caliza y conchas marinas dragadas.

### **2.3 Características de los agregados de alto desempeño.**

Para producir un hormigón de alta resistencia y teniendo en cuenta el aporte de los agregados de un mismo material y cantidades de cementos poco tradicionales de tal manera que no se produzca una pasta débil de forma que falle la matriz por poca adherencia, además de una relación baja de a/c se tratará de obtener áridos de tamaño máximo de 19 mm.

Según la forma de las gravas, aquellas que son productos de la trituración de las rocas dan mayores resistencias que las gravas redondeadas. La principal razón de esto es la mayor adherencia mecánica que desarrollan las partículas angulares. Sin embargo muchas angulosidades debe evitarse por incrementar los requerimientos de agua y reducir la trabajabilidad.



Mineralógicamente los áridos que debido a su composición brindan la mayor adherencia en la matriz son: basaltos, cuarcitas, diabasas, sienitas, ofitas. [2]

Se recomienda que el coeficiente de absorción de agua de los áridos sea como máximo del 1%, ya así evitar demandas de agua elevadas.

Además la resistencia a la compresión de los áridos debe ser superior a la del hormigón que se desea obtener.

Los áridos con resistencia a compresión entre 120 y 140 MPa son recomendables para la producción de hormigones de alta resistencia. (Cuadro 2.6)

Clase de roca	Resistencia a compresión	Módulo de elasticidad
Granito	120 a 240	40 a 70
Riolita	150 a 340	70 a 80
Sienita	110 a 250	60 a 80
Diorita	140 a 230	40 a 60
Microdiorita	160 a 300	90 a 100
Ofita	210 a 270	90 a 100
Basalto	130 a 450	60 a 78
Cuarcita	360	91
Caliza	130 a 190	50 a 70

*Tabla.2.6 Áridos para hormigones de alta resistencia, MARTINEZ P. David, Hormigones de Altas Prestaciones.*

---

[2] Martínez P. David, Hormigones de Altas Prestaciones, Capítulo 5



# CAPÍTULO 3

## ROCAS COMO AGREGADOS

---





### **3.1 Estructura de las rocas**

La estructura de una roca hace referencia a la constitución interior de la misma, es decir al conjunto de rasgos condicionados por la forma, correlación mutua de los componentes minerales, dimensiones de los granos, es decir de las condiciones en que se forman.

### **3.2 Textura de las rocas**

La textura de una roca está dada por la orientación de sus partículas, es decir son los rasgos determinados por la disposición espacial de las partes integrantes, considerando esta característica se pueden destacar algunas texturas:

*Desordenada:* Los minerales de la roca que la conforman están dispuestos sin orden alguno, es el caso de las rocas magmáticas.

*Estratiforme:* Típico de las rocas sedimentarias ya que debido a la sedimentación se forman las superficies de sedimentación que bordean las capas.

*Esquistosa:* Característico de las rocas metamórficas. Se tienen en este tipo de textura dos clases, *esquistosidad primaria* en donde las superficies planas de los minerales coinciden con la dirección de la estratificación principal de las rocas; *esquistosidad secundaria*, causada por la presión lateral la roca se fractura en placas que no coinciden con la dirección de la esquistosidad primaria.

### **3.3 Propiedades mecánicas de las rocas**

Las propiedades mecánicas de las rocas incluyen el comportamiento que presentan bajo efecto de fuerzas externas y están dadas por la capacidad de las mismas para oponer resistencia a la deformación





### 3.3.1 Resistencia a la compresión de las rocas

La resistencia a la compresión se define como la capacidad de la roca para oponerse a la destrucción debido a la acción de una carga exterior ya sea estática o dinámica. El límite de resistencia es el valor  $\sigma$  con la cual la roca se destruye.

Considerando otras resistencias como tracción, flexión, cizallamiento las rocas definitivamente ofrecen la mayor resistencia a la compresión, es así que el límite de resistencia a la cortadura constituye aproximadamente un 10% del límite de resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión de una roca depende de dos factores: el de la roca mismo, es decir de su característica mineralógica y un factor externo dado por la fuerza actuante sobre la misma, y, ésta a su vez depende de la inclinación de la aplicación de carga respecto de los planos de estratificación. Es lógico entonces deducir que la mayor resistencia a la compresión corresponderá a los esfuerzos normales a la estratificación.

La saturación de agua en una roca disminuirá la resistencia a la compresión entonces se tiene que a mayor porosidad, mayor capacidad de absorción por tanto menor será la resistencia de la roca.

De manera general se mostró en el capítulo 2 un cuadro donde hace referencia a la resistencia a la compresión de algunas rocas. Ver Tabla 2.6

Para ensayos futuros la resistencia a la compresión se calculará aplicando una carga uniaxial a cubos cuyos lados deberán medir 5cm, la fórmula a utilizar se entenderá como el esfuerzo requerido para romper la muestra en análisis.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

$\sigma$  = Resistencia a la compresión



P = Carga aplicada

A = Área de la sección transversal de la muestra

### 3.3.2 Solidez de la roca

La solidez de una roca se define como la resistencia que ésta posee a la acción de esfuerzos exteriores dados por combinaciones de resistencias a la compresión, cizallamiento, tensión con la particularidad de que dicha combinación depende del procedimiento de disgregación de la roca [3]

La diferencia, entonces, entre solidez y resistencia de una roca radica en que la resistencia se calcula considerando la aplicación de una sola carga - en este caso de estudio dicha carga será de compresión uniaxial - mientras que la solidez de la roca considera su resistencia a la rotura debido a una acción combinada de esfuerzos.

El coeficiente de solidez de una roca se podrá entender como la resistencia relativa de la roca a la disgregación, este valor es la centésima parte de la resistencia a la compresión simple de la roca y está dado por la siguiente expresión matemática:

$$f = \frac{\sigma}{100} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$f$  = Coeficiente de solidez

$\sigma$  = Resistencia a la compresión en Kg/cm<sup>2</sup>

100 = Resistencia a la compresión simple de una roca para  $f=1$  (arcilla compacta)

Entonces se tiene que  $f$  es una magnitud adimensional que muestra cuantas veces ésta es más fuerte que la arcilla compacta.

---

[3], VOZDIZHENSKI, B.I., GOLUBINTSEV, O.N., Perforación de Explotación, Capitulo 2



### **3.3.3 Dureza de las rocas**

Entiéndase dureza de una roca como la capacidad que su capa superficial de resistir a la penetración ocasionada lógicamente por un cuerpo más duro. Dicha característica se puede determinar con el método de penetración del punzón.

La dureza de una roca dependerá de la composición de los granos minerales, de la cantidad de material cementante, porosidad de la roca, ángulo de inclinación de la dirección de la fuerza de penetración, del grado de humedad.

El método de penetración del punzón se define por la siguiente expresión matemática:

$$Pt = \frac{P}{S} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

Pt= Dureza de la roca

P = Carga cuando el punzón disgrega la roca en Kgf

S= Área de la base de apoyo del punzón.

## **3.4 Rocas a analizar**

### **3.4.1 Cuarzita**

#### **3.4.1.1 Origen y propiedades**

Es una roca metamórfica que se origina a partir de transformaciones de rocas preexistentes por acción de presiones o temperaturas a lo largo del tiempo. Su origen se da exclusivamente por cuarzo. Derivan del metamorfismo sobre areniscas y en algunas ocasiones tiene un origen metasomático [4]

---

[4] Metasomatismo: Proceso de sustitución de uno o más minerales por el aporte de nuevos minerales



La cuarcita es muy resistente a desgastes producidos por la atmósfera, y forma a menudo cantos resistentes. El contenido casi puro de la sílica de la roca aporta muy poco a la forma suelo, por lo tanto los cantos de cuarcita se encuentran fácilmente descubiertos o cubiertos solamente con un suelo muy fino y poca vegetación.

Al ser una roca muy dura que no se raya con el acero ya que según la escala de Mohs de la dureza del mineral éste tiene un valor de 7, además de su durabilidad combinada con su noble aspecto y su escasa absorción de agua se la recomienda para agregado en la elaboración de hormigones de alta resistencia.

#### **3.4.1.2 Localización**

En la ciudad de Loja fácilmente se encuentra estas rocas en el Km 6+000 vía a Catamayo, Km 13+500 vía a Cuenca o en el barrio Saucos Norte.

Para extracción de muestras a utilizar en este proyecto investigativo, se decidió utilizar la cantera ubicada en el barrio Saucos Norte de la ciudad de Loja en las coordenadas UTM 697122 - 9564897

En la imagen siguiente se muestra la cantera.



*Fig. 3.1 Cantera de Cuarcita en Saucos Norte*



### **3.4.1.3 Aplicaciones**

Es una roca usada desde antiguo por su dureza, resistencia y difícil alterabilidad como elemento constructivo en edificios, monumentos, como balasto para las plataformas de caminos, carreteras y ferrocarriles.

La cuarcita triturada, o la arena procedente de su erosión se usa extensamente para la obtención de sílice para fabricar vidrio y como fuente de arenas para áridos, cementos, etc, así como sustancias abrasivas y pulimentos.

Cantos de cuarcita han sido utilizados por la humanidad prehistórica para fabricar todo tipo de útiles cortantes : puntas de flecha, hachas, etc.

### **3.4.2 Riolita**

#### **3.4.2.1 Origen y propiedades**

Las riolitas son rocas ígneas extrusivas que se forman a partir de magmas ácidos (también llamados magmas félsicos o riolíticos). Estos se forman por la fusión parcial de la corteza continental (razón por la cual tiene un alto grado de acidez), o la mayoría de las veces por diferenciación de un magma basáltico procedente del manto. La temperatura de fusión oscila entre los 700-800°C.

El magma riolítico sube a la superficie por diferencia de densidades, ya que éste es menos denso que la roca de caja. Luego comienza a enfriarse, se produce una disminución de la presión que se está ejerciendo sobre él, lo que causa que los volátiles sean liberados de manera explosiva, produciendo habitualmente material piroclástico y un flujo de lava espeso y viscoso que los que produce un magma basáltico, lo que ocasiona que recorra solo distancias cortas y que sea poco frecuente.

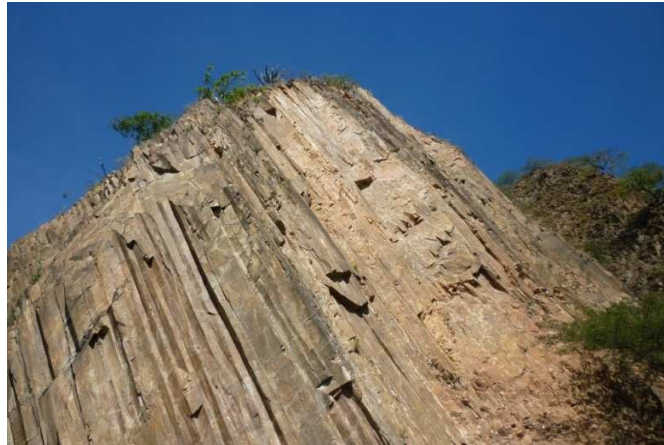
La composición de toda roca ígnea, está directamente relacionada con el tipo de magma del cual cristalizó la roca y con el ambiente de formación de ésta.



En el caso de las riolitas, al provenir de un magma ácido, se componen principalmente de minerales félsicos, como: Cuarzo, Feldespato Potásico, Plagioclasa .

### **3.4.2.2 Localización**

Se pudo determinar la presencia de riolitas en el Km 4 vía a la costa desde Catamayo a la altura del sector llamado El Guayabal ubicado en los siguientes coordenadas UTM 678889 – 9562408, el macizo se ilustra en la siguiente imagen:



*Fig. 3.2 Macizo de Riolitas en el Guayabal*



### **3.4.3 Granito**

#### **3.4.3.1 Origen y Propiedades**

El granito es una roca ígnea, constituida esencialmente por cuarzo, feldespato y mica. Es la roca más abundante de la corteza continental. Se produce al solidificarse a muy alta presión del magma con alto contenido de sílice.

Para que la roca que se forme sea granito es necesario que se solidifique lentamente y a gran presión, cuanto más grandes sean los feldespatos, más lentamente se ha solidificado el magma. Estas estructuras solidificadas aparecen en superficie por la acción de la erosión y son llamadas batolitos. A causa de su gran dureza es frecuente que terminen siendo la cima de una montaña que se distingue por su típica forma redondeada.

#### **3.4.3.2 Localización**

Gracias a las recomendaciones de ingeniero John Soto, se pudo encontrar un macizo de granito en el sector El Batán, perteneciente al cantón Céllica a 1.5Km aproximadamente de El Empalme en las siguientes coordenadas UTM 625775 – 9534594 a 640 m.s.n.m. El macizo se ilustra en la siguiente imagen:



*Fig 3.3 Macizo de Granito en El Batán*



# CAPÍTULO 4

# TRITURACIÓN

---







## **4.1 Proceso de Trituración**

Para la producción de agregados a lo largo de este proyecto investigativo fue necesario la reducción de tamaño de las rocas extraídas hasta que tengan una granulometría deseada, tratando de obtener para las gravas 19mm como máximo y las arenas se consideraron como todo aquel material que logre pasar el tamiz #4.

Todo este proceso demanda una gran cantidad de energía, y se dice que la eficiencia de la utilización de la energía durante la fragmentación de las partículas sólidas es sólo el 1% respecto de la nueva superficie creada.[5]

El término trituración se aplica a reducciones subsecuentes de tamaños de 25mm, es decir reducir los bloques extraídos en los diferentes puntos indicados en el capítulo 3 hasta gravas pasando por 2 fases de trituración ( Primaria y Secundaria), mientras que la producción de arenas se produce por molido conocido como trituración terciaria o un tamizado por la malla # 4

### **4.1.1 Trituración primaria**

La trituración primaria reduce normalmente el tamaño de los trozos de mineral hasta obtener un tamaño de 8" a 6". A continuación, las rocas obtenidas se tamizan en un tamiz vibrante con objeto de separar aquellas partículas cuyo tamaño ya es lo suficientemente fino.

Para nuestro caso como la cantidad de material triturado es relativamente pequeño se hizo una clasificación manual del material triturado por percusión.

Si el caso fuera otro en este punto se hablaría de la utilización de máquinas trituradoras como:

- Trituradoras de mandíbulas de doble efecto

---

[5] Errol G. Kelly, Introducción al Procesamiento de Minerales



- Trituradoras de mandíbulas de simple efecto
- Trituradoras giratorias
- Trituradoras de cilindros

Pero, como se dijo anteriormente, las cantidades de pétreos son pequeñas, es por ello que se utilizó un modo rustico de trituración primaria, basado en percusión, el cual consisten en golpear con un combo el bloque extraído hasta obtener tamaños de hasta 12 cm (tamaño de ingreso a la trituradora) como se ilustra en la siguiente figura:



*Fig. 4.1 Extracción de bloques pétreos*



*Fig. 4.2 Trituración manual primaria bloques pétreos*

#### **4.1.2 Trituración secundaria**

La trituración secundaria se lleva a cabo normalmente en máquinas de mandíbulas o giratorias. Las trituradoras de mandíbulas constan normalmente de dos planchas de acero, colocadas una frente a la otra, de las cuales una es fija y la otra es móvil y puede girar sobre un eje situado en su parte superior o inferior.

Mediante un dispositivo adecuado, se comunica a la mandíbula móvil un movimiento de oscilación alternativo hacia adelante y hacia atrás de corto recorrido. El mineral se carga en el espacio comprendido entre las mandíbulas, y de ellas, la móvil, en su



recorrido hacia adelante, aplasta los trozos contra la fija. Al retroceder la mandíbula móvil, el mineral triturado cae por la abertura que en la parte inferior forman las mandíbulas.

La trituradora utilizada es parte del laboratorio de suelos de la UCG de la UTPL y se la muestra en la figura siguiente:



*Fig. 4.3 Máquina trituradora de mandíbulas, perteneciente a la escuela de Ingeniería Civil, Geología y Minas*

#### **4.1.3 Obtención de arenas**

Para la obtención de arenas, se utilizó la trituradora antes indicada en su mínima regulación y todo el material obtenido fue tamizado de forma manual utilizando la malla # 4 como se muestra a continuación:



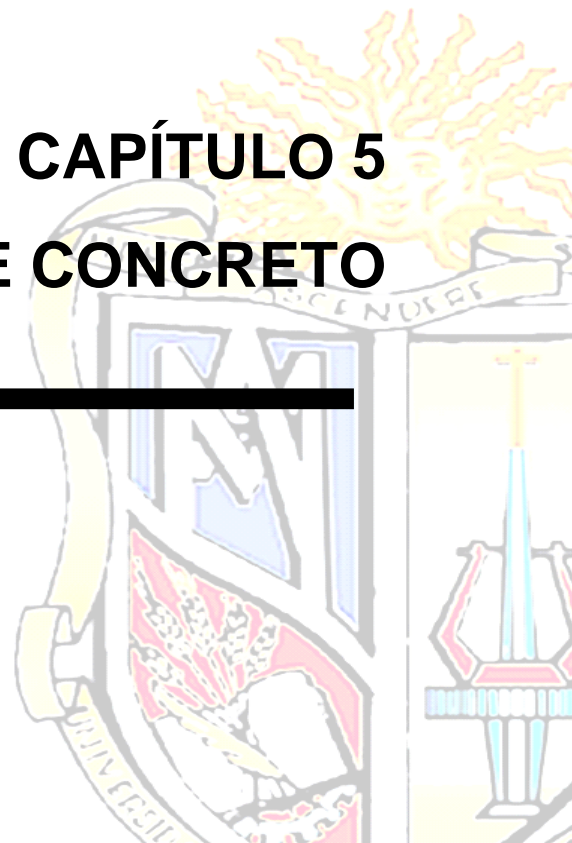
*Fig. 4.4 Obtención de arenas mediante tamizado*



# **CAPÍTULO 5**

## **DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

---





## 5.1 Alcance y disposiciones

En la dosificación de un HAR hay que partir de la base de que no son aplicables los métodos tradicionales que se utilizan con los hormigones convencionales tales como el de Fuller, el de Bolomey, De la Peña, u otros, debido a que estos métodos fueron diseñados para condiciones muy diferentes a las de estos hormigones.

Por otra parte, estos métodos no tienen en cuenta la utilización de aditivos plastificantes ni la incorporación de adiciones, tales como el humo de sílice, haciendo todo esto que la precisión de los mismos sea muy escasa cuando se trabaja con relaciones a/c comprendidas entre 0,30 y 0,40 lo cual es normal en los hormigones de alta resistencia con uso de aditivos, en los que, a pesar de trabajar con tan bajas relaciones a/c, se obtienen las consistencias fluidas o líquidas necesarias para colocar a estos en piezas donde la cuantía de armadura puede ser elevada.

Se sabe por disposiciones iniciales que durante este trabajo no se podrá hacer uso de ningún tipo de aditivo con el objetivo de poder determinar el aporte que le dan a la pasta de cemento los agregados especiales descritos en capítulos anteriores, se utilizará el método de diseño de mezclas de concreto del comité ACI 211.4

Ahora bien el mayor condicionante será entonces la relación agua/cemento que por cierto debe ser lo más baja posible, algunos investigadores hablan de haber empleado relaciones de 0,25, como Lacroix que utilizó una relación de a/c de 0,26 aunque las relaciones normalmente empleadas suelen oscilar entre 0,30 y 0,35 para hormigones de una resistencia superior a los 40 MPa

Aïtcin establece un rango de relación a/c para hormigones de alta resistencia de 0,20 a 0,35.

Aunque también hay que tener en cuenta que relaciones de a/c excesivamente bajas pueden imposibilitar mediante los procedimientos habituales, la completa hidratación de las partículas de cemento.



## 5.2 Datos previos

Como se dijo en el apartado anterior, se utilizará el método de diseño propuesto por el comité ACI 211.4 el cual pide que se hagan ensayos de laboratorio tanto para los agregados finos y gruesos como:

- Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido fino. (ASTM C128)
- Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido grueso. (ASTM C127)
- Determinación de la masa unitaria o densidad aparente suelta y compactada (ASTM C29).
- Contenido de humedad. (ASTM C566)
- Granulometrías (ASTM C136)

En este apartado cabe destacar que se realizó ensayos de resistencia a la compresión simple en las rocas a analizar. Utilizando la cortadora de rocas perteneciente a la Escuela de Ingeniería Civil de la UTPL, como se ilustra en la siguiente figura:



*Fig 5.1 Cortadora de rocas para obtener cubos de 5cm de lado*

Se obtuvo de esta manera varias muestras para cada tipo de roca en análisis y basándonos en la ecuación 1 del capítulo 3 se obtuvo los siguientes resultados:



**REPORTE DE RESULTADOS:**

Nº ROCA	TIPO DE ROCA	FECHA	LADO	AREA	CARGA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
		ROTURA	cm.	cm <sup>2</sup>	Kgf.	Kgf/cm <sup>2</sup>	Kgf/cm <sup>2</sup>	REQUERIDA Kgf/cm <sup>2</sup>
	<b>Cuarcita</b>	22-ene-10						
C1	Cuarcita		5.05	25.50	14640	574.06	614.11	500.00
C2	Cuarcita		4.90	24.01	13980	582.26		
C3	Cuarcita		5.20	27.04	18550	686.02		
	<b>Riolita</b>							
R1	Riolita		5.02	25.20	12584	499.36	499.85	500.00
R1	Riolita		5.05	25.50	12145	476.23		
R3	Riolita		5.10	26.01	13628	523.95		
	<b>Granito</b>							
G1	Granito		4.95	24.50	13859	565.62	562.39	500.00
G2	Granito		5.01	25.10	14285	569.12		
G3	Granito		4.90	24.01	13264	552.44		

*Cuadro 5.2 Resultados del análisis de compresión simple en rocas*

Luego de los ensayos correspondientes se obtuvo los siguientes resultados para una cuarcita:

<b>DISEÑO DE HORMIGÓN 500 Kgf/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI</b>	
<b>PROYECTO: DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES</b>	
Descripcion	Valor
Densidad Real del Cemento	3 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Arena en estado SSS	2.8 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Grava en estado SSS	2.8 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Suelto	1.6 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Suelto	1.4 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Compactado	1.9 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Compactado	1.7 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de finura de la Arena	2.33
Módulo de finura de la Grava	6.84
Tamaño máximo nominal del árido grueso	25 mm
Capacidad de Absorción de la Arena	1.77 %
Capacidad de Absorción de la Grava	0.71 %
Resistencia a los 28 días	500 Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto con aire incorporado (S), sin aire incorporado (N)	N
PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ Nº 4 EN GRAVA	14.74 %

*Cuadro 5.3 Resumen de ensayos de laboratorio Fuente: El Autor*





### 5.3 Diseño de mezcla de concreto $f'_c = 500 \text{ Kg/cm}^2$ utilizando cuarcitas.

#### Paso 1: Determinación de la resistencia media requerida

Para determinar la resistencia media de un HAR, se utiliza el siguiente cuadro:

Resistencia a compresión especificada, $f'_c$ , kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a compresión media requerida, kg/cm <sup>2</sup>
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Más de 350	$1.10 f'_c + 50$

Tabla 5.4 Resistencia a la compresión media requerida, Fuente: Diseño y Control de Mezclas de Concreto; Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese y Jussara Tanesi

Se tiene entonces:

$$F'_c(r) = 1.1f'_c + 50$$

$$F'_c(r) = 1.1(500) + 50$$

$$F'_c(r) = 600 \text{ Kg/cm}^2$$

#### Paso 2: Determinación de la relación agua cemento (a/c)

La relación agua cemento (a/c) se define como la masa de agua dividida para la de cemento, a continuación se muestra un cuadro en donde se podrá interpolar de ser el caso.

Resistencia a Compresión a los 28 Días, kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	Relación agua-material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (25)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

Tabla 5.5 Dependencia entre la relación agua – material cementante y la resistencia a la compresión del concreto, Fuente: Diseño y Control de Mezclas de Concreto; Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese y Jussara Tanesi





Como el Cuadro 5.3, no nos muestra un valor de a/c para un hormigón superior a los 450 Kg/cm<sup>2</sup>, he decido imponer un valor de  $a/c = 0.25$ , basándome en las experiencias de Lacroix y Aïtcin

### **Paso 3: Elección del asentamiento**

Se debe tener siempre en cuenta que luego de producida la mezcla esta debe ser trabajable, es decir que presente la facilidad para ser colocada, consolidada y acabada. Para una mezcla sin uso de aditivos y súmesele a ello la baja relación a/c, ésta tenderá a ser bastante rígida (poco plástica, difícil su trabajabilidad).

Construcción de Concreto	Revenimiento mm (pulg.)	
	Máximo*	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

*Tabla 5.6 Revenimientos recomendados, Fuente: Diseño y Control de Mezclas de Concreto; Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese y Jussara Tanesi.*

Como los análisis posteriores van a realizarse considerando su aplicación en vigas y columnas, el asentamiento será de 25mm a 100mm.

### **Paso 4: Cantidad de agua.**

La cantidad de agua en la mezcla se ve afectada por diversos factores tales como, tamaño y forma del agregado, asentamiento deseado, relación a/c, utilización de aditivos.



De los resultados de laboratorio se tiene que el tamaño máximo nominal (TMN) es de 25 mm, la cantidad de agua entonces está dada por el siguiente cuadro:

Revenimiento (asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cúbico de concreto, para los tamaños de agregado indicados*							
	9.5 mm	12.5 mm	19 mm	25 mm	37.5 mm	50 mm**	75 mm**	150 mm**
<b>Concreto sin aire incluido</b>								
25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 a 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>Concreto con aire incluido</b>								
25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	—
Promedio del contenido de aire total recomendado, para el nivel de exposición, porcentaje†								
Exposición leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

*Tabla 5.7 Requisitos aproximados de agua de mezcla, para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales del agregado, Fuente: Diseño y Control de Mezclas de Concreto; Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese y Jussara Tanesi.*

Como el diseño de la mezcla no contempla la inclusión de aire se tiene entonces:

$Agua = 193 \text{ Kg/m}^3$ , donde la unidad de volumen corresponde a la cantidad de material cementante.

De la misma tabla se tiene:  $\% Aire = 1.5$

Para algunos concretos y agregados, la estima de la Tabla 5.5 se puede reducir aproximadamente en 10 Kgf/m<sup>3</sup> para el agregado subangular, en 20 Kgf/m<sup>3</sup> para grava con algunas partículas trituradas y 25 Kgf/m<sup>3</sup> para grava redondeada.[6]

## **Paso 5: Cantidad de cemento**

6 Diseño y Control de Mezclas de Concreto; Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese y Jussara Tanesi. Capítulo 9, pagina 192



La cantidad de material cementante se puede determinar fácilmente con la relación  $a/c$  ya asumida

Se tiene entonces:

$$\frac{a}{c} = 0.25$$
$$c = \frac{193}{0.25}$$
$$c = 772 \text{ Kg/m}^3$$

Aunque este no es el caso, se debe tener en cuenta que existen consideraciones para el uso mínimo de cemento con la finalidad de asegurar durabilidad, resistencia al desgaste de los elementos a hormigonarse. Para ello queda indicado el siguiente cuadro:

Tamaño máximo nominal del agregado, mm (pulg.)	Material cementante kg/m <sup>3</sup> (lb/yd <sup>3</sup> )*
37.5 (1½)	280 (470)
25 (1)	310 (520)
19 (¾)	320 (540)
12.5 (½)	350 (590)
9.5 (¾)	360 (610)

*Tabla 5.8 Requisitos mínimos de material cementante para concreto en superficies planas, Fuente: Diseño y Control de Mezclas de Concreto; Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese y Jussara Tanesi.*

### **Paso 6: Cálculo de volúmenes**

El volumen de agregado grueso se deberá determinar en base al siguiente cuadro, en donde se considera la densidad de la grava seca en estado compactado y el módulo de finura del agregado fino, de ser el caso se podrá interpolar los datos mostrados.



Tamaño máximo nominal del agregado mm (pulg.)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino*			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 (3/8)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2)	0.59	0.57	0.55	0.53
19.00 (3/4)	0.66	0.64	0.62	0.60
25.00 (1)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6)	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla 5.9 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto, Fuente: Diseño y Control de Mezclas de Concreto; Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese y Jussara Tanesi.

Se sabe que:

$$TMN = 25mm, \quad MF = 2.33 \text{ ( De la cuarcita únicamente)}$$

Al no tener un módulo de finura menor que de 2.33 para poder interpolar valores, he decidido tomar el mínimo valor para un TMN=25mm, por lo que se tiene:

$$V = 0.71 \text{ m}^3 = 710 \text{ dm}^3$$

$$V_{\text{real Arido Grueso}} = \frac{V * \text{densidad agregado grueso estado compactado}}{\text{densidad real agregado estado sss}}$$

$$V_{\text{real Arido Grueso}} = \frac{710\text{dm}^3 * 1.7 \text{ g/cm}^3}{2.8 \text{ g/cm}^3}$$

$$V_{\text{real Arido Grueso}} = 436.1 \text{ dm}^3$$

De la tabla 5.5 se obtuvo un volumen de aire de 1.5%, dicho valor expresado en cantidad sería:

$$V_{\text{aire}} = \frac{\%vol \text{ aire}}{100} * 1000$$

$$V_{\text{aire}} = \frac{1.5}{100} * 1000$$

$$V_{\text{aire}} = 15 \text{ dm}^3$$



Si se sabe que la densidad real del cemento portland es de  $3.01 \text{ gr/cm}^3$ , y en el paso 5 se determinó que la cantidad de cemento será de  $772 \text{ Kg/m}^3$ , entonces el volumen del cemento dentro de la mezcla está dado por:

$$V_{\text{cemento}} = \frac{\text{cantidad de cemento}}{\text{densidad real del cemento}}$$

$$V_{\text{cemento}} = \frac{772}{3.01}$$

$$V_{\text{cemento}} = 256.48 \text{ dm}^3$$

Se ha calculado entonces los siguientes volúmenes:

- Agua
- Agregado grueso
- Aire
- Cemento

Falta por calcular el volumen de la arena, dicho valor resulta de la sustracción de  $1\text{m}^3$  de mezcla todos los volúmenes antes descritos, y quedaría expresado de la siguiente manera:

$$V_{\text{arena}} = 1000 - (V_{\text{agua}} - V_{\text{ag}} - V_{\text{aire}} - V_{\text{cemento}})$$

$$V_{\text{arena}} = 1000 - (179 + 436.1 + 15 + 256.48)$$

$$V_{\text{arena}} = 132.03 \text{ dm}^3$$

### **Paso 7: Cálculo de pesos**

Utilizando los valores del cuadro 5.1 y los volúmenes calculados se tienen las siguientes expresiones para la grava y arena:

$$W_{\text{grava}} = V_{\text{real del arido grueso}} * \text{Densidad Real de la Grava en estado SSS}$$



$$W_{grava} = 436.1 \text{ dm}^3 * 2.841 \text{ g/cm}^3$$

$$W_{grava} = 1238.96 \text{ kgf}$$

$$W_{arena} = V_{arena} * \text{Densidad Real de la arena en estado SSS}$$

$$W_{arena} = 132.03 \text{ dm}^3 * 2.758 \text{ g/cm}^3$$

$$W_{arena} = 274.20 \text{ Kgf}$$

### Paso 8: Resumen de la dosificación

Se tiene entonces el siguiente resumen en donde aun no constan los pesos definitivos:

#### RESUMEN DE DOSIFICACION

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m <sup>3</sup>	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm <sup>3</sup> POR SACO	DOSIF. EN PARIHUELAS	% HUMEDAD	AGUA EN %	AGUA EN PESO
CEMENTO	772.00	772.00	1.00	50	50	1			
AGUA	193.00	193.00	0.25	12.50	12.50	12.50			-10.14
ARENA	274.20	456.82	0.59	29.59	19.08	0.53	0.32	-1.45	-3.98
GRAVA	1238.96	1056.34	1.37	68.42	47.31	1.32	0.21	-0.50	-6.16
TOTAL	2478.16	2478.16							

Luego de hacer los ajustes por contenidos de humedad se tiene finalmente la dosificación para 1m<sup>3</sup> de HAR:



**Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones**  
**David A. Reyes A.**

<b>RESUMEN DE DOSIFICACIÓN</b>							
<b>PROYECTO :</b> DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES				<b>FECHA:</b> 14/04/2010			
				<b>MATERIAL:</b> CUARCITA DE SAUCES NORTE			
MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m3	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm3 POR SACO	DOSIF. EN PARIHUELAS	DOSIFICACIÓN PARA 1m3
CEMENTO	772.00	772.00	1.00	50	50	1	15.44 sacos
AGUA	203.14	203.14	0.26	13.16	13.16	13.16	203.14 litros
ARENA	270.22	451.94	0.59	29.27	18.87	0.53	0.291 m3
GRAVA	1232.80	1051.09	1.36	68.00	47.03	1.31	0.727 m3
TOTAL	2478.16	2478.16					

<b>DOSIFICACIÓN:</b>	<b>1 : 05 : 1</b>
<b>MEDIDAS DE PARIGUELA EN cm.</b>	<b>33 X 33 X 33</b>

Los valores anteriores fueron obtenidos con Cuarcitas de Sauces Norte, los resultados de los otros 2 materiales se muestran en anexos, así como los valores obtenidos en laboratorio previo la dosificación.

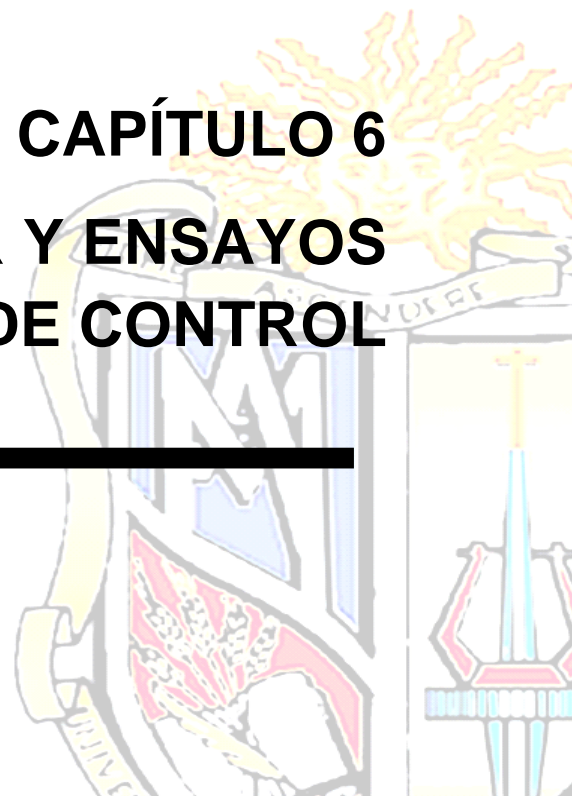


# **CAPÍTULO 6**

# **PREPARACIÓN DEL HAR Y ENSAYOS**

# **DE CONTROL**

---







## **6.1 Diseño**

“El diseño de las mezclas de hormigón requiere del establecimiento de las características específicas de los elementos a utilizar y en la elección de proporciones de materiales disponibles para la producción del hormigón con las propiedades requeridas y la mayor economía.”

### **6.1.1 Herramientas y equipo mínimo**

1. Bandejas o Recipientes
2. Balanza
3. Cucharones y pala
4. Concretera
5. Cono de Abrams + varilla
6. Moldes Cilíndricos metálicos
7. Vibrador
8. Herramientas menores



*Fig 6.1 Herramientas y equipo mínimo para la elaboración de especímenes de hormigón.*



## **6.2 Preparación de la mezcla**

- a) Pesar de manera separada las gravas y arena como se determinó en el capítulo 5.
- b) Vaciar en la concreteira la grava pesada + primera porción de agua.
- c) Vaciar en la concreteira la arena pesada + segunda porción de agua.
- d) Mezclar los 2 componentes anteriores y adicionarle el cemento requerido y también la última porción de agua.
- e) Realizar la prueba de asentamiento, para lo cual se deberá tener listo el equipo necesario; se deberá llenar el molde en 3 capas, la primera hasta  $h=70\text{mm}$ , la segunda hasta  $h=160\text{mm}$  y finalmente llenar hasta el borde del cono de Abrams, en cada colocación de capa se deberá varillar 25 veces, todo este ensayo no deberá tomar más de 2'30".
- f) Los cilindros metálicos se deberán llenar en 3 capas iguales varilladas, y súmesele a ello 10 golpes con el mazo de goma. O se deberán vibrar si su asentamiento es menor a 25 mm como se indica en el siguiente apartado.
- g) Finalmente luego de desencofrados los especímenes de hormigón dejarlos en una piscina de curado.
- h) Luego de transcurridos 28 días, ensayar los especímenes creados a la resistencia a la compresión.

## **6.3 Ensayos realizados al hormigón fresco.**

Los ensayos a realizarse a un hormigón fresco tienen como finalidad constatar algunas de las especificaciones de diseño dando lugar a la toma de decisiones inmediatas para aceptación o rechazo de la mezcla, o las aplicaciones de ajustes oportunos para corregir deficiencias en la producción del hormigón.



### **6.3.1 Muestreo del hormigón**

Para la obtención de muestras de hormigón se aplicó procedimientos descritos en la norma ASTM C172.

Como el hormigón fue elaborado en una concretera, la toma de muestra se realizó inmediatamente después de vaciada dicha mezcla, y cuando este no sea el caso, se deberá transportar en una carretilla el hormigón fresco hasta el lugar en donde se encuentren los equipos y herramientas necesarios para ensayar.

#### **6.3.1.1 Asentamiento.**

El asentamiento o revenimiento es el primer ensayo que se aplica al hormigón fresco (ASTM C143) con la finalidad de determinar su consistencia teniendo en cuenta la cantidad de agua de tal manera que se obtenga un hormigón trabajable y una posterior resistencia especificada.

Asentamientos mayores sin considerar el uso de aditivos plastificantes nos indican un hormigón deficiente en cuanto a su posterior resistencia; por otro lado un hormigón con asentamientos mucho menores nos indica que nos será incómoda su colocación lo que nos daría como resultado un hormigón también defectuoso.

El equipo de prueba consiste en un cono de revenimiento (molde cónico de metal 300 mm de altura, con 200 mm de diámetro de base y 100 mm de diámetro de la parte superior) y una varilla de metal con 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud con una punta de forma hemisférica. El cono húmedo, colocado verticalmente sobre una superficie plana, rígida y no absorbente, se debe llenar en tres capas de volúmenes aproximadamente iguales. Por lo tanto, se debe llenar el cono hasta una profundidad de 70 mm en la primera capa, una profundidad de 160 mm en la segunda y la última capa se debe sobrellenar. Se aplican 25 golpes en cada capa. Después de los golpes, se enrasa la última capa y se levanta el cono lentamente aproximadamente 300 mm en  $5 \pm 2$  segundos. A medida que el concreto se hunde o



se asienta en una nueva altura, se invierte el cono vacío y se lo coloca cuidadosamente cerca del concreto asentado. El revenimiento o el asentamiento es la distancia vertical que el concreto se ha asentado, medida con una precisión de 5 mm. Se usa una regla para medir de la parte superior del molde del cono hasta el centro original desplazado del concreto asentado (véase la Figura 6.2). Un valor más elevado de revenimiento (asentamiento) es indicativo de un concreto más fluido. Todo el ensayo hasta la remoción del cono se debe completar en 2 1/2 minutos, pues el concreto pierde revenimiento con el tiempo. Si hay desmoronamiento de una parte del concreto, se debe realizar otra prueba con otra porción de la muestra. [7]



*Fig 6.2 Ensayo de Asentamiento*

Como se puede apreciar en la figura el asentamiento es cero, esto es debido a la baja relación a/c y a la no utilización de aditivos. Se decidió no realizar ninguna corrección al diseño de la mezcla por asentamiento con la finalidad de lograr un HAR bajo las condiciones antes indicadas pese a que este tipo de hormigón sería muy difícil de manejarlo en la realidad.

---

[7] Diseño y Control de Mezclas de Concreto; Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese y Jussara Tanesi, Capítulo 16 pagina 330.



### **6.3.1.2 Especímenes para resistencia a compresión simple**

Los especímenes cilíndricos moldeados para los ensayos de resistencia se deben preparar de acuerdo con ASTM C 31

La preparación de los especímenes debe empezar, como máximo, 15 minutos después de la obtención de la muestra del concreto. La probeta estándar para la resistencia a compresión del concreto con agregado de dimensión máxima de 50 mm o menor es un cilindro de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura. Se deben colocar los moldes sobre una superficie lisa, nivelada y rígida y se los debe llenar cuidadosamente para evitar distorsiones en su forma.

Los cilindros de prueba que se compactan con golpes (revenimiento de 25 mm o más) se deben llenar en tres capas aproximadamente iguales y cada capa debe recibir 25 golpes en los cilindros de 150 mm de diámetro. Si la varilla deja agujeros, los lados de los moldes se deben golpear ligeramente con una maceta o con la mano abierta. Los cilindros que son vibrados, se deben llenar en dos capas con dos inserciones en los cilindros de 150 mm de diámetro.

La resistencia de los especímenes de prueba se puede afectar considerablemente con golpes, cambios de temperatura y exposición al secado, principalmente en las primeras 24 horas después de su moldeo. Por lo tanto, los especímenes de prueba se deben colar en sitios donde no sean necesarios movimientos y donde sea posible su protección. Los cilindros se deben proteger contra manejos bruscos a cualquier edad. Es importante acordarse de identificar los especímenes en la parte externa de los moldes para prevenir confusión y errores en la información.[8]

---

[8] Diseño y Control de Mezclas de Concreto; Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerckhoff, William C. Panarese y Jussara Tanesi, Capítulo 16 página 333



## **Método de compactación**

Luego de determinado el asentamiento y explicada la forma de compactación en cilindros y basádonos en la siguiente recomendación “La selección del método de compactación debe basarse en el asentamiento a menos que el método haya sido descrito en las especificaciones del proyecto. Varille el hormigón con asentamiento mayor a 7,5 cm. Varille o vibre el hormigón con asentamiento de 2.5 a 7.5 cm. Vibre el hormigón con asentamiento menor a 2.5 cm.”[9]

Se ha determinado que los cilindros deberán ser vibrados ya que partimos de la premisa de una relación a/c bastante baja, teniendo como diseño un asentamiento de 2.5 cm

## **Curado de especímenes de hormigón**

Se entiende por curado a las actividades destinadas a la mantención de la temperatura y del contenido de humedad del concreto inmediatamente después de la colocación.

En cualquier estructura de hormigón el curado es fundamental para alcanzar las prestaciones deseadas, especialmente las que hacen referencia a la parte superficial. En los hormigones de alta resistencia este requisito es, si cabe, más importante debido, por un lado, a las altas prestaciones requeridas y, por otro, a la menor cantidad de agua existente, con lo que un mal curado puede repercutir de forma muy negativa sobre las prestaciones.

Para bajas relaciones a/c, puede pasar que no todo el conglomerante se hidrata en esta fase y consecuentemente el calor generado es menor que el teóricamente previsto.

---

[9] Elaboración y curado en obra de especímenes de hormigón para pruebas de compresión, ASTM C31



Para prevenir estos inconvenientes se emplean distintos métodos para curar el hormigón como:

- **Anegamiento (inmersión).**- Se coloca el concreto en agua, y se debe evitar la liberación prematura de agua encharcada. El agua no debe ser más fría de 11°C que el concreto, caso contrario éste se puede agrietar.
- **Rociado de niebla (aspersión).**- Se lo realiza mediante boquillas para proporcionar un curado excelente aunque el costo del agua es algo elevado. Se lo aplica cuando la superficie del concreto es más fría que la de la atmósfera dentro del recinto, esto hará que se presente sobre la superficie una película de humedad.
- **Película plástica.**- Tiene peso ligero, y está disponible en hojas transparentes, blancas o negras, las cuales deben tener 0.10 mm de espesor. A la película plástica se la puede reforzar con vidrio u otras fibras para que dure más y sea más difícil de rasgar, aunque también se la puede adherir a una tela absorbente para retener y distribuir la humedad liberada por el concreto.
- **Compuestos líquidos para formar membranas de curado.**- (ceras, resinas naturales o sintéticas y solventes) Se los utiliza para que formen una película que retengan la humedad y que no sea perjudicial para la pasta del cemento Portland. Estos compuestos no se debe aplicar sobre superficies que vayan a recibir capas adicionales de cemento.

Este compuesto se lo puede aplicar a mano o con aspersor de presión

Luego de conocidos algunos métodos de curado y teniendo en cuenta su aplicación en nuestro medio, se ha decidido que los especímenes elaborados serán curados bajo inmersión en una piscina de curado como se muestra en la siguiente figura:



*Fig. 6.3 Curado de especímenes de hormigón por inmersión*

#### **6.4 Ensayos realizados al hormigón endurecido.**

En este apartado se indica únicamente la determinación del esfuerzo de compresión de especímenes cilíndricos moldeados.

El esfuerzo a compresión de espécimen es calculado dividiendo la máxima carga obtenida durante el ensayo por el área de la cara axial del espécimen. Los resultados pueden ser diferentes debido a la forma y tamaño de espécimen, la pasta del cemento, los procedimientos de mezcla, fabricación, edad y condiciones de humedad durante el curado.

Para cada dosificación realizada se han elaborado 3 muestras de las cuales se podrá desprejiciar el valor atípico, teniendo en cuenta la recomendación del siguiente cuadro dada por el ASTM C39:

	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RANGO ACEPTABLE EN FUERZA INDIVIDUAL DE CILINDROS	
6X12 pulg. (150X300mm)		2 Cilindros	3 Cilindros
Condiciones de laboratorio	2,40%	6,60%	7,80%
Condiciones de campo	2,90%	8,00%	9,50%
4X8 pulg. (100X200mm) Condiciones de laboratorio	3,20%	9%	10,60%

*Cuadro 6.4 Rango aceptable en fuerza individual de cilindros, Fuente: Adaptado de la norma ASTM C39*





# CAPÍTULO 7

## ANÁLISIS COMPUTACIONAL

---





## 7.1 Análisis sísmico estático

El Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC200) nos da algunas recomendaciones para realizar un diseño sísmico estático cuyo paso inicial es determinar las fuerzas provenientes de la acción producto del sismo, para ello se deberá seguir paso a paso el método de la fuerza horizontal equivalente, para en lo posterior indicar dichos valores de distribución de fuerzas horizontales a ETABS.

## 7.2 Período de vibración

El período de vibración  $T$ , se lo determinará según el Método 1 propuesto por el CEC 2000 en su apartado 6.2.4.1, según la siguiente expresión matemática:

$$T = C_t (h_n)^{3/4}$$

Donde:

$h_n$ : Altura máxima de la edificación de  $n$  pisos medida desde la base.

$C_t$ : 0.09 para pórticos de acero

$C_t$ : 0.08 para pórticos de espaciales de hormigón armado

$C_t$ : 0.06 para pórticos de espaciales de hormigón armado con muros estructurales

## 7.3 Cortante basal

El cortante basal ( $V$ ) es la fuerza total de diseño proveniente de las cargas laterales por acción del sismo, la cual se aplica en la base de la estructura, la expresión matemática para su cálculo se encuentra en el CEC 2000 sección 6.2.1 y es la siguiente:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi_F\phi_E} W \quad (\text{Ecuación 4})$$



Donde:

**Factor de zona sísmica (Z):** El Ecuador se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas, de acuerdo a registro y datos geológicos, por lo tanto cada zona tiene un valor de z. “El valor de z representa la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como aceleración de la gravedad (g)” [10]

Nuestro país dispone del siguiente mapa de zonificación:

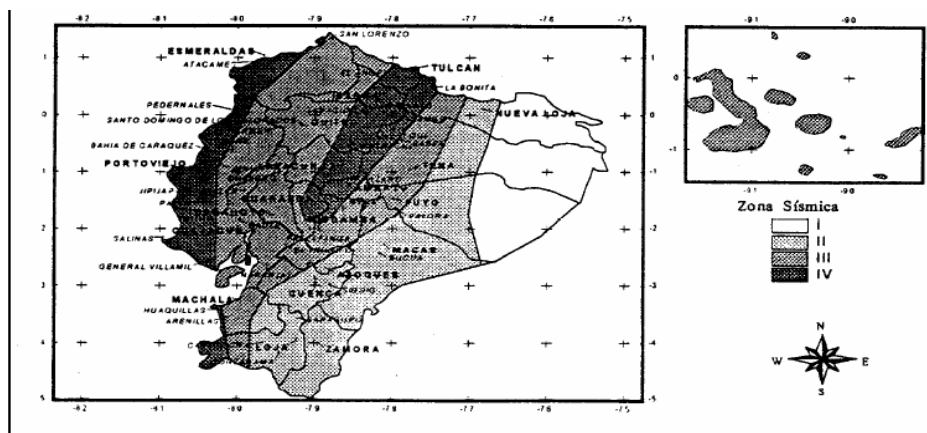


Fig 7.1 Mapa de Zonificación Sísmica, Fuente: CEC2001

Y los valores (z) correspondientes a cada zona sísmica se detallan en la sig. tabla:

Zona sísmica	I	II	III	IV
Valor factor Z	0,15	0,25	0,30	0,40

Loja se encuentra ubicada en una zona sísmica tipo II, por lo tanto el valor de  $z=0.25$ .

**Coefficiente de tipo de suelo (C):** El coeficiente C no debe ser mayor que el valor de  $C_m$ , proporcionado por el código CEC 2000 en la sección 5.3.4.2 Pag. 24 ni inferior a 0.5 y puede utilizarse para cualquier tipo de estructura con la siguiente expresión matemática:

[10] Código ecuatoriano de la construcción. Requisitos generales de diseño. CPE INEN 5, Parte 1 2001



$$C = \frac{1.25 S^S}{T} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Las variables S y T representan el coeficiente de tipo de suelo y el periodo de la estructura respectivamente, para diferentes tipos de suelo se tiene:

Perfil tipo	Descripción	S	Cm
S1	Roca o suelo firme	1,0	2,5
S2	Suelos intermedios	1,2	3,0
S3	Suelos blandos y estrato profundo	1,5	2,8
S4	Condiciones especiales de suelo	2,0*	2,5

Tabla 7.2 Coeficiente de Suelo S y Cm. Fuente: CEC2001

**Factor de reducción sísmica (R ):** Este factor R, se refiere a que los diferentes tipos de estructuras no disponen de una ductilidad apropiada para soportar las deformaciones inelásticas requeridas por el sismo de diseño, para ello nuestro código nos muestra la siguiente tabla

Sistema estructural	R
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente, con muros estructurales de hormigón armado(sistemas duales).	12
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente.	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda y muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y diagonales rigidizadoras.*	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda y diagonales rigidizadoras.*	9
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda.	8
Estructuras de acero con elementos armados de placas o con elementos de acero conformados en frío. Estructuras de aluminio.	7
Estructuras de madera	7
Estructura de mampostería reforzada o confinada	5
Estructuras con muros portantes de tierra reforzada o confinada	3

Tabla 7.3 Coeficientes de reducción de respuesta estructural R, Fuente CEC 2001

**Coeficiente de importancia) (I) :** Este valor se refiere al tipo de uso, destino e importancia de la estructura en análisis , para lo cual el CEC 2000 en la sección 5.4.1 recomienda el uso de la siguiente tabla.



Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Factor I
Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio . Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1,5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1,3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1,0

Tabla 7.4 Tipo de uso, destino e importancia de la estructura (I), Fuente: CEC2001

**Factores de configuración estructural ( $\phi_p$  y  $\phi_e$ ):** Estos factores hacen referencia a las irregularidades de la estructura en planta y en elevación, y sus valores deben basarse según las siguientes tablas y gráficos propuestos por el CEC2001:

Tipo	Descripción de las irregularidades en planta	$\phi_{pe}$
1	<b>Irregularidad torsional</b> Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1.2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.	0,9
2	<b>Entrantes excesivos en las esquinas</b> La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.	0,9
3	<b>Discontinuidad en el sistema de piso</b> La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.	0,9
4	<b>Desplazamiento del plano de acción de elementos verticales</b> Una estructura se considera irregular cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.	0,8
5	<b>Ejes estructurales no paralelos</b> La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.	0,9
6	<b>Sistema de piso flexible</b> Cuando la relación de aspecto en planta de la edificación es mayor que 4:1 o cuando el sistema de piso no sea rígido en su propio plano se debe revisar la condición de piso flexible en el modelo estructural.	-

Tabla 7.5 Coeficientes de configuración en planta.

Fuente: CEC2001

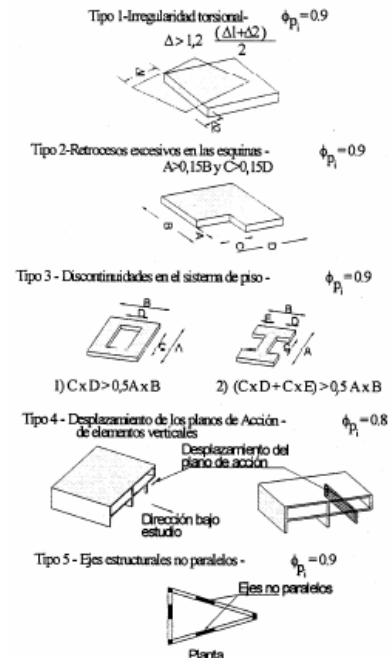


Fig 7.6 Coeficientes de configuración en planta.

Fuente: CEC2001



Tipo	Descripción de las irregularidades en elevación	Pórticos espaciales y pórticos con vigas banda $\Phi E_i$	Sistemas duales o con diagonales $\Phi E_i$
1	<b>Piso blando (irregularidad en rigidez)</b> La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.	0,9	1,0
2	<b>Irregularidad en la distribución de las masas</b> La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.	0,9	1,0
3	<b>Irregularidad geométrica</b> La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.	0,9	1,0
4	<b>Desalineamiento de ejes verticales</b> La estructura se considera irregular cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento. Se exceptúa la aplicabilidad de este requisito cuando los elementos desplazados solo sostienen la cubierta de la edificación sin otras cargas adicionales de tanques o equipos.	0,8	0,9
5	<b>Piso débil-Discontinuidad en la resistencia</b> La estructura se considera irregular cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).	0,8	1,0
6	<b>Columnas cortas</b> Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.	-	-

Tabla 7.7 Coeficientes de configuración en elev.

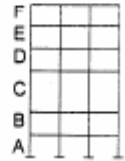
Fuente: CEC2001

Tipo 1 - Piso flexible -  $\phi_{E_i} = 0,9$

$$\text{Rigidez } K_c < 0,70 \text{ Rigidez } K_D$$

ó

$$\text{Rigidez } K_c < 0,80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$$



Tipo 2 - Distribución de masas -  $\phi_{E_i} = 0,9$

$$m_D > 1,50 m_E$$

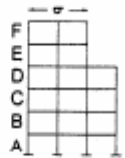
ó

$$m_D > 1,50 m_C$$



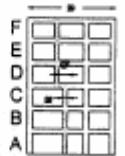
Tipo 3 - Irregularidad Geométrica -  $\phi_{E_i} = 0,9$

$$a > 1,30 b$$



Tipo 4 - Desalineamientos en ejes verticales -  $\phi_{E_i} = 0,8$

$$b > a$$



Tipo 5 - Piso débil -  $\phi_{E_i} = 0,8$

$$\text{Resistencia Piso B} < 0,70 \text{ Resistencia Piso C}$$



Fig 7.8 Coeficientes de configuración en elev.

Fuente: CEC2001

**Carga sísmica reactiva (W):** “Es la masa de la estructura propiamente, más la de aquellos elementos tales como los muros divisorios y particiones, equipos permanentes, tanques y sus contenidos. En depósitos o bodegas debe incluirse además un 25% de la carga viva del piso”. CEC 2000 sección 6.1.1. Este valor será calculado en ETABS para su posterior uso en la determinación de las fuerzas horizontales equivalentes teniendo en cuenta que su aplicación se basará en la norma IBC 2003, la cual se asemeja a la nuestra para la obtención de la constante C la cual se explicó detalladamente en este capítulo.



## 7.4 Derivas de piso

“La deriva de piso se refiere al desplazamiento lateral relativo de un piso con respecto al piso consecutivo, medido en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura.” [11]

### 7.4.1 Límites de deriva

“Para la revisión de las derivas de piso se utilizará el valor de la respuesta máxima inelástica en desplazamientos  $\Delta_M$  de la estructura, causada por el sismo de diseño. Las derivas obtenidas como consecuencia de la aplicación de las fuerzas laterales de diseño estáticas ( $\Delta_E$ ), para cada dirección de aplicación de las fuerzas laterales, se calcularán, para cada piso, realizando un análisis elástico estático de la estructura.” [12]

El código base de este capítulo nos muestra la siguiente expresión para el cálculo de  $\Delta_M$ :

$$\Delta_M = R \Delta_E \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde  $\Delta_M$  no puede ser mayor que:

Estructuras de	$\Delta_M$ máxima
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0,020
De mampostería	0,010

Tabla 7.9 Valores de  $\Delta_M$  máximos, expresados como fracción de la altura de piso. Fuente: CEC2001

## 7.5 Refuerzo Mínimo

### 7.5.1 Refuerzo en elementos sometidos a flexión

La cantidad mínima de área de acero ( $A_s$ ) está dado por el Código ACI318-05 en el capítulo 10, sección 5 según la siguiente expresión matemática:

[11] Código ecuatoriano de la construcción. requisitos generales de diseño. CPE INEN 5, Parte 1 2001

[12] Código ecuatoriano de la construcción. requisitos generales de diseño. CPE INEN 5, Parte 1 2001, Pag 32



$$A_{s,\min} = \frac{0.8\sqrt{f'_c}}{f_y} d b_w \geq \frac{14}{f_y} d b_w$$

### 7.5.2 Refuerzos en elementos sometidos a compresión

El área de refuerzo longitudinal,  $A_{st}$ , no debe ser menor que  $0.01A_g$ , ni mayor que  $0.06 A_g$  [13]

### 7.6 Columna fuerte - viga débil

Este criterio de sismorresistencia se basa en la reducción de posibilidades de fluencia en las columnas que se consideren como parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas. Si las columnas no son más resistentes que las vigas que llegan a un nudo, existe la posibilidad de acción inelástica en ellas. En el peor caso de columnas débiles se puede producir fluencia por flexión en ambos extremos de todas las columnas en un piso ocasionando un mecanismo de falla de columnas que pueden conducir al colapso.

La sección 21.4.2 del Código ACI318S-05 nos presenta la siguiente expresión matemática para asegurar una *columna fuerte*:

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$$

Donde:

$\sum M_{nc}$  = Suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo.

$\sum M_{nb}$  = Suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo.

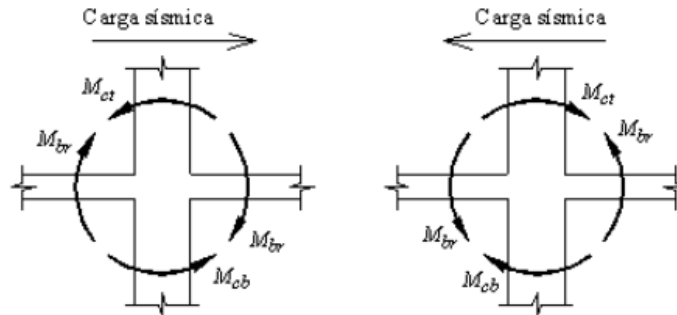
---

[13] ACI 318S – 05, Capítulo 21, Sección 21.4.3





De manera ilustrativa se tiene también el siguiente esquema:



*Fig 7.10 Concepto de Columna fuerte-Viga débil, Fuente: Diseño de edificaciones de concreto armado, Ing. Jorge Luis Cabanillas*

## 7.7 Programa de cálculo: ETABS V9.6

Por sus siglas en inglés ETABS significa Extended 3d Analysis of Building Systems, creado por la compañía Computer and Structure, Inc Berkeley, California.

Es un programa que considera los materiales en su estado lineal elástico, sin punto de rotura, aun así en puntos particulares tratan de simular y/o adecuarse a un estado no lineal de una sección transversal de un elemento estructural.

Son posibles los análisis estáticos para pisos laterales y cargas de niveles que especifique el usuario. Si los elementos del piso con capacidad flexión (placa) son moldeados, las cargas laterales uniformes en el piso serán transferidas de las vigas y columnas a través de la flexión de los elementos del piso.

El programa puede generar de forma automática patrones de carga laterales de viento y sísmicos para conocer los requerimientos de los diversos códigos de edificación.

ETABS posee los siguientes módulos para análisis:

Módulo generador de cargas de viento y sísmicas.



Módulo distribuidor de cargas de gravedad para la distribución de cargas verticales a columnas y vigas cuando los elementos de flexión de los pisos de la placa no se proveen como parte del sistema del piso.

Módulo de análisis lineal estático y dinámico basado en elemento finito.

Módulo de análisis no-lineal estático y dinámico basado en elemento finito.

## **7.8 Tipo de estructura a analizar**

Para la presente investigación se ha decidido evaluar pórticos sismoresistentes, los cuales según la definición dada por el CEC2001 son: estructuras formadas por columnas y vigas descolgadas que resiste cargas verticales y de origen sísmico, en la cual tanto el pórtico como la conexión viga-columna son capaces de resistir tales fuerzas, y está especialmente diseñado y detallado para presentar un comportamiento estructural dúctil. La estructura en cuestión poseerá las siguientes características: 4 vanos de 5, 15 y 25 pisos de 2.70m cada nivel, para posteriores menciones los pórticos serán entonces P5, P15, P25 respectivamente teniendo en cuenta su altura, para el análisis se deberá tener en cuenta las siguientes combinaciones de cálculo en función de sus materiales:

Caso 1: Vigas de hormigón convencional y columnas de HAR

Caso 2: Columnas de hormigón convencional y vigas de HAR

Caso 3: Vigas y columnas de HAR

Caso 4: Vigas y columnas de Hormigón Convencional

Llámese hormigón convencional a aquel cuya resistencia a la compresión simple a los 28 días será de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

Mientras que el HAR como se dijo en el capítulo 1 será aquel hormigón cuya resistencia a la compresión simple a los 28 días será de 500 Kg/cm<sup>2</sup>.



Entonces se realizarán 12 casos de estudio en donde se evaluará los siguientes aspectos:

1. Cantidades de acero en vigas y columnas
2. Derivas en el pórtico de análisis
3. Verificación de pórticos sismo resistente, basado en la relación columna fuerte viga débil.

## 7.9 Definición de elementos estructurales

### 7.9.1 Vigas

Una viga se define como un elemento sometido a flexión.

### 7.9.2 Columnas

Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que 3 usado principalmente para resistir carga axial de compresión, además tal elemento no necesita ser vertical, sino que puede tener cualquier dirección en el espacio [14]

## 7.10 Cargas actuantes en vigas

Para efectos de análisis no se hará un cálculo minucioso de la carga muerta en determinado panel de losa en tal virtud se asumirá como promedio un valor de carga muerta **DL = 600Kgf/m<sup>2</sup>**.

Por recomendaciones del CEC y suponiendo que el pórtico de análisis tuviera en algún momento un paño de losa utilizada como vivienda se tendría una carga viva **LL=200 Kgf/m<sup>2</sup>**.

---

[14] ACI 318S-05, Capítulo 2, Sección 2.2 de las definiciones.



Ahora bien, supondremos que el pórtico de análisis está definido en su plano por 4 m. como distancia entre ejes, el paño en cuestión se vería así:

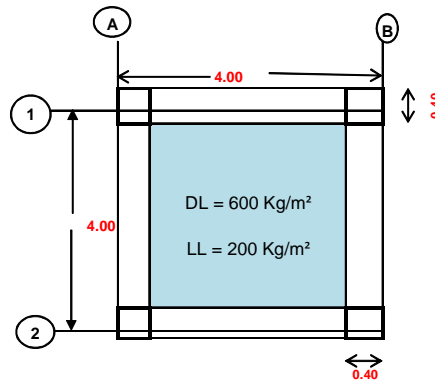


Fig 7.11 Fuente: el autor

La cuantificación de cargas sobre las vigas está dada por los siguientes esquemas dados en sus respectivas expresiones matemáticas:

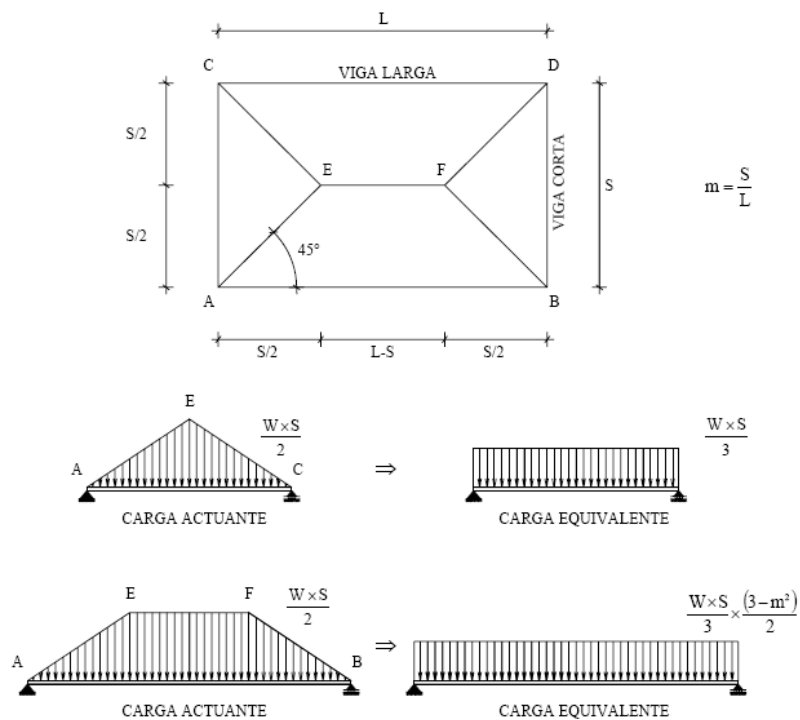


Fig. 7.12 Carga Actuante Sobre las Vigas, Fuente: Predimensionamiento Estructural, Patricio Vásquez López, Ing. Civil.



Siguiendo las recomendaciones mostradas se tiene las siguientes cargas uniformes sobre las vigas:

$$DL = \frac{600\text{Kg/m}^2 * 4\text{m}}{3}$$

$$DL = 800 \text{ Kg/m}^2$$

$$LL = \frac{200\text{Kg/m}^2 * 4\text{m}}{3}$$

$$LL = 266.67 \text{ Kg/m}^2$$

## 7.11 Análisis de pórticos

### 7.11.1 Pórtico P5

Los cálculos de prediseño fueron realizados en una hoja electrónica de Excel, la cual se adjunta en anexos. Los resultados obtenidos son:

Columnas: 30cm x 30cm

Vigas: 20cm x 25cm

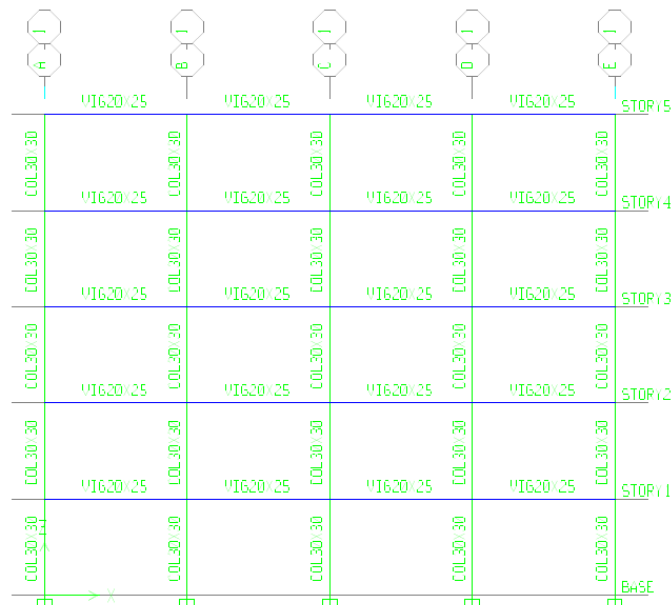


Fig.7.13 Pórtico P5 exportado del ETABS, Fuente ; El Autor



### 7.11.1.1 Resultados Caso 1:

#### 7.11.1.1.1 Cantidades de Acero

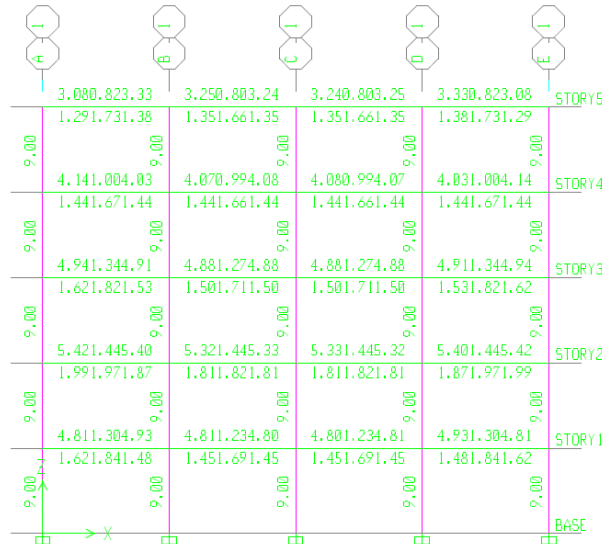


Fig. 7.4 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P5 Caso 1, Fuente ; El Autor

#### 7.11.1.1.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.00020036, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 2%.

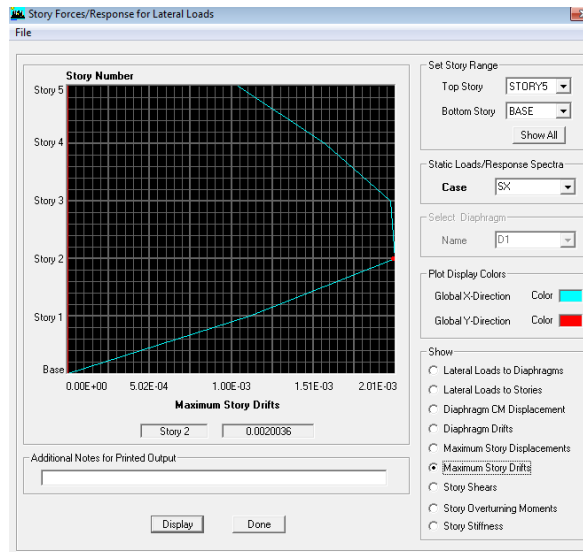


Fig. 7.15 Derivas de Piso P5 Caso 1, Fuente: El Autor



### 7.11.1.1.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P5 CASO 1			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx25cm	210	5.056	Si Cumple Condicion
Columna 30cmx30cm	500	16.00	

Cuadro 7.16, Mn para elementos estructurales de P5 Caso 1, Fuente: El Autor

### 7.11.1.2 Resultados Caso 2:

#### 7.11.1.2.1 Cantidades de Acero

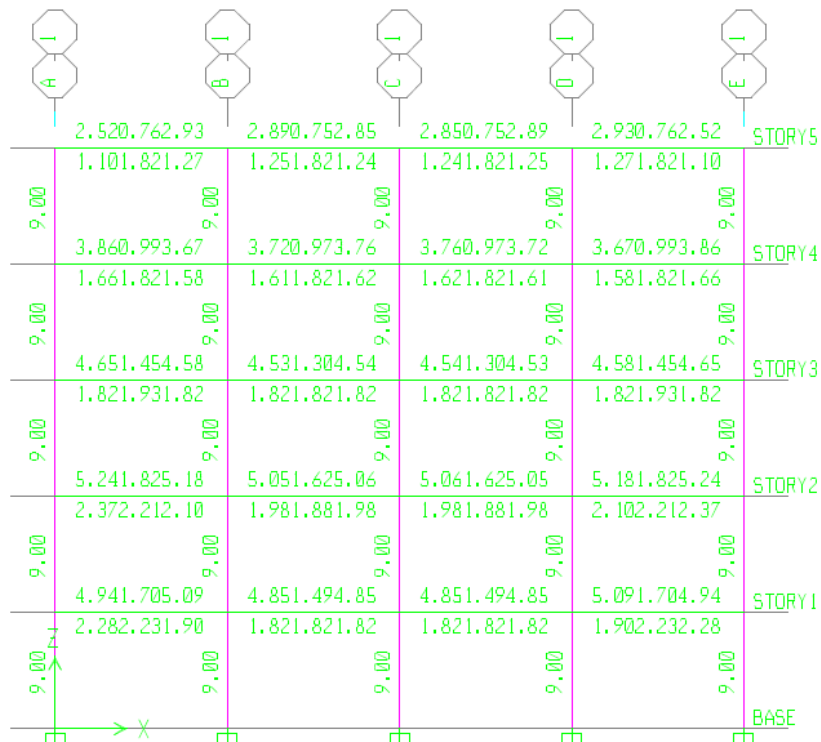


Fig. 7.17 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P5 Caso 2, Fuente ; El Autor



### 7.11.1.2.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.001775, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 1.77%.

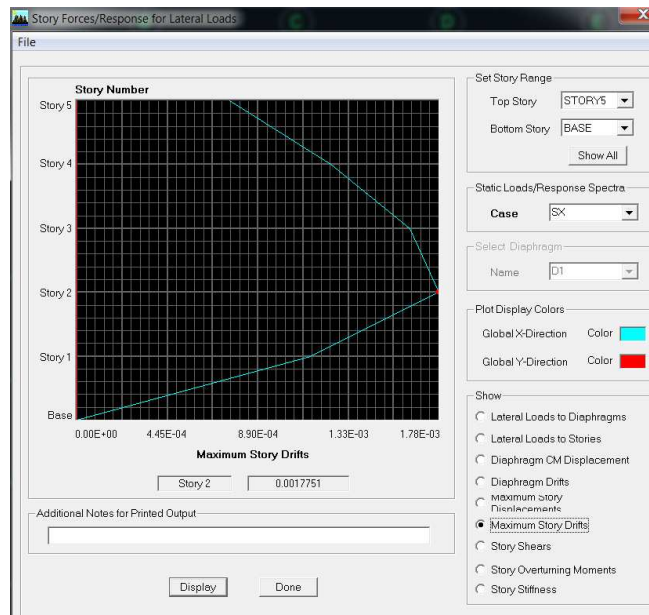


Fig. 7.18 Derivas de Piso P5 Caso 2, Fuente: El Autor

### 7.11.1.2.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P5 CASO 2			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx25cm	500	10.237	No cumple condicion
Columna 30cmx30cm	210	8.77	

Cuadro 7.19, Mn para elementos estructurales de P5 Caso 2, Fuente: El Autor





### 7.11.1.3 Resultados Caso 3:

#### 7.11.1.3.1 Cantidades de Acero

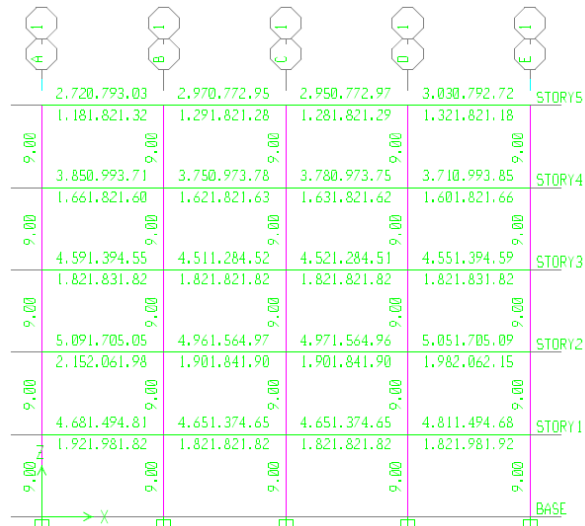


Fig. 7.20 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P5 Caso3, Fuente ; El Autor

#### 7.11.1.3.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.0015, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 1.50%.

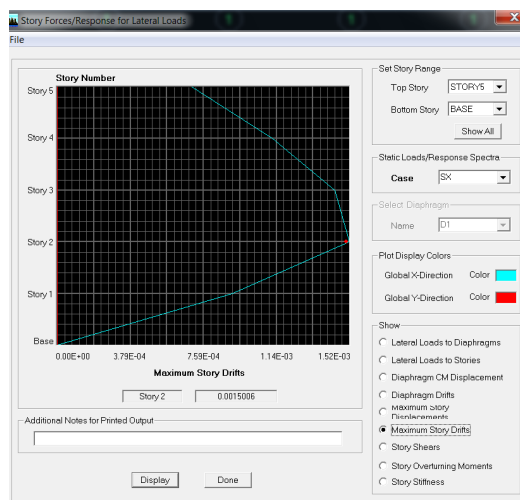


Fig. 7.21 Derivas de Piso P5 Caso 3, Fuente: El Autor



### 7.11.1.3.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P5 CASO 3			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx25cm	500	10.237	Si Cumple Condicion
Columna 30cmx30cm	500	16.00	

Cuadro 7.22, Mn para elementos estructurales de P5 Caso 3, Fuente: El Autor

### 7.11.1.4 Resultados Caso 4:

#### 7.11.1.4.1 Cantidades de Acero

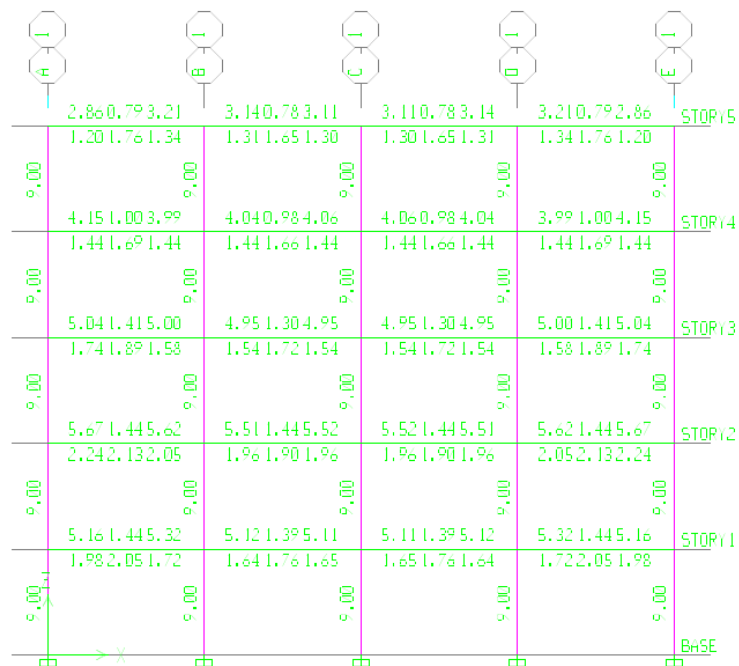


Fig. 7.23 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P5 Caso4, Fuente ; El Autor



### 7.11.1.4.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.00233, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 2.33%.

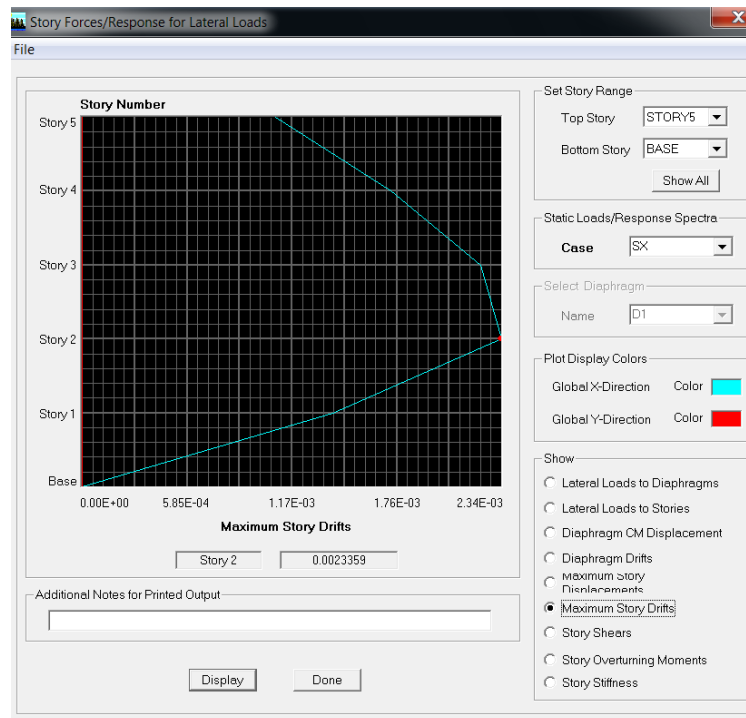


Fig. 7.24 Derivas de Piso P5 Caso 4, Fuente: El Autor

### 7.11.1.3.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P5 CASO 4			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx25cm	210	5.056	Si Cumple Condicion
Columna 30cmx30cm	210	8.77	

Cuadro 7.25, Mn para elementos estructurales de P5 Caso 4, Fuente: El Autor



### 7.11.2 Pórtico P15

Los cálculos de prediseño fueron realizados en una hoja electrónica de Excel, la cual se adjunta en anexos. Los resultados obtenidos son:

Columnas: 60cm x 60cm

Vigas: 20cm x 30cm

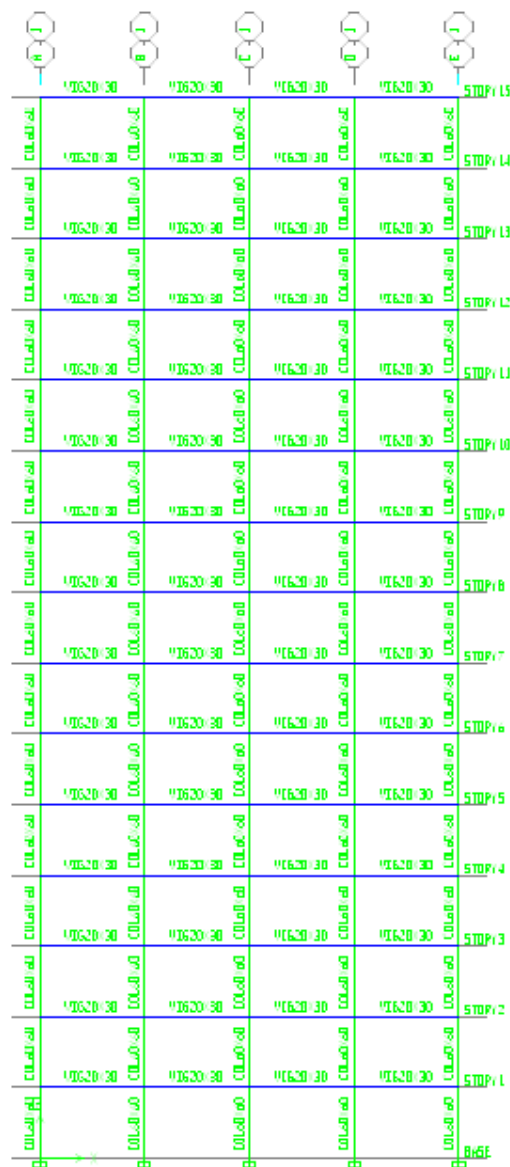


Fig.7.26 Pórtico P15 exportado del ETABS, Fuente ; El Autor



### 7.11.2.1 Resultados Caso 1:

#### 7.11.2.1.1 Cantidades de Acero

	1	2	3	4	5
	3,261,032.76	3,150,003.13	3,130,003.15	2,761,033.35	STOP P15
	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	
	3,521,002.97	3,391,063.31	3,371,063.39	2,971,003.52	STOP P14
	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	
	3,851,203.30	3,711,163.70	3,701,163.71	3,301,203.85	STOP P13
	1,891,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.83	
	4,231,313.66	4,091,274.06	4,081,274.09	3,681,314.23	STOP P12
	2,011,822.04	2,061,772.07	2,071,772.06	2,041,822.01	
	4,631,423.09	4,501,364.46	4,481,364.50	4,091,423.63	STOP P11
	2,221,992.40	2,421,932.43	2,431,932.42	2,401,992.32	
	5,021,534.50	4,891,494.87	4,871,494.89	4,501,535.02	STOP P10
	2,582,122.76	2,782,072.78	2,782,072.77	2,762,122.58	
	5,391,644.88	5,261,605.24	5,241,605.26	4,881,645.39	STOP P9
	2,922,253.09	3,102,213.11	3,112,213.10	3,092,252.92	
	5,691,775.21	5,571,775.55	5,551,775.57	5,211,775.69	STOP P8
	3,222,323.36	3,382,323.38	3,382,323.36	3,362,323.21	
	5,921,775.47	5,811,775.79	5,791,775.81	5,471,775.92	STOP P7
	3,442,443.56	3,592,443.59	3,592,443.59	3,582,443.44	
	6,041,775.64	5,931,775.92	5,911,775.93	5,611,776.04	STOP P6
	3,572,483.69	3,702,483.71	3,712,483.70	3,692,483.57	
	6,011,775.66	5,921,775.91	5,911,775.92	5,661,776.01	STOP P5
	3,582,473.68	3,692,473.69	3,692,473.69	3,682,473.58	
	5,781,775.50	5,701,775.70	5,701,775.70	5,501,775.78	STOP P4
	3,422,393.50	3,502,393.51	3,512,393.50	3,502,393.42	
	5,291,635.07	5,231,635.22	5,221,635.23	5,071,635.29	STOP P3
	3,082,213.06	3,082,193.05	3,082,193.06	3,082,213.02	
	4,441,374.30	4,401,354.40	4,401,354.40	4,301,374.44	STOP P2
	2,311,902.34	2,341,892.34	2,341,892.34	2,341,902.31	
	3,130,003.08	3,120,983.12	3,120,983.12	3,080,003.13	STOP P1
	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	

Fig. 7.27 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P15 Caso1, Fuente ; El Autor



### 7.11.2.1.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.00233, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 2.33%.

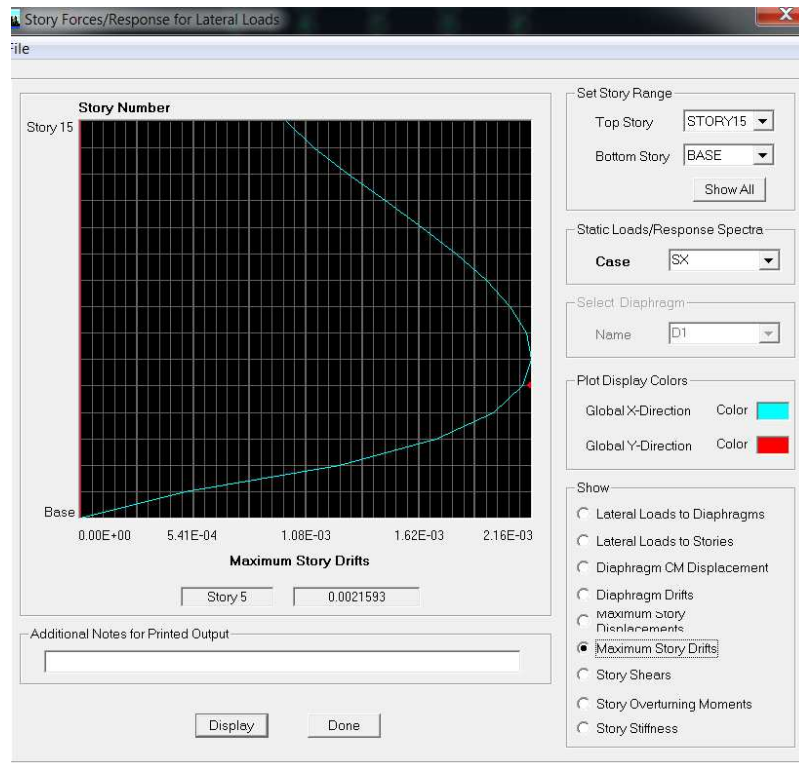


Fig. 7.28 Derivas de Piso P15 Caso 1, Fuente: El Autor

### 7.11.2.1.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P15 CASO 1			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx30cm	210	7.681	Si Cumple Condicion
Columna 60cmx60cm	500	135.43	

Cuadro 7.29, Mn para elementos estructurales de P15 Caso 1, Fuente: El Autor



## 7.11.2.2 Resultados Caso 2:

### 7.11.2.2.1 Cantidades de Acero

	1	2	3	4	5
	2,900,952.24	2,690,682.63	2,630,882.69	2,240,952.90	STOP P15
36,00	1,911,791.39	1,771,671.73	1,731,671.77	1,391,791.91	
36,00	3,271,072.24	3,040,992.97	2,970,993.04	2,241,073.27	STOP P14
36,00	2,151,981.72	2,001,861.95	1,951,862.00	1,721,982.15	
36,00	3,671,192.63	3,441,023.37	3,371,023.44	2,631,193.67	STOP P13
36,00	2,242,242.08	2,242,042.21	2,212,042.24	2,082,202.24	
36,00	4,111,333.08	3,861,263.81	3,811,263.88	3,081,334.11	STOP P12
36,00	2,242,242.24	2,242,242.24	2,242,242.24	2,242,242.24	
36,00	4,551,473.54	4,321,394.25	4,251,394.32	3,511,474.55	STOP P11
36,00	2,242,242.38	2,412,242.48	2,432,242.41	2,382,242.24	
36,00	4,961,593.98	4,731,534.67	4,671,534.73	3,981,594.96	STOP P10
36,00	2,442,242.78	2,812,242.84	2,842,242.81	2,782,242.44	
36,00	5,341,744.40	5,111,745.06	5,061,745.11	4,401,745.34	STOP P9
36,00	2,832,323.15	3,182,343.20	3,202,343.18	3,152,323.83	
36,00	5,661,924.78	5,451,925.40	5,401,925.45	4,781,925.66	STOP P8
36,00	3,192,453.48	3,512,383.53	3,532,383.51	3,482,453.79	
36,00	5,932,045.12	5,732,075.69	5,692,075.73	5,122,065.93	STOP P7
36,00	3,902,553.76	3,792,493.80	3,802,493.79	3,762,553.90	
36,00	6,132,195.48	5,942,185.90	5,902,185.94	5,402,196.13	STOP P6
36,00	3,742,633.97	3,992,554.01	4,012,553.99	3,992,633.74	
36,00	6,222,245.58	6,062,246.02	6,022,246.06	5,582,246.22	STOP P5
36,00	3,892,674.08	4,102,624.12	4,122,624.10	4,082,673.89	
36,00	6,172,245.63	6,022,225.99	5,992,226.02	5,632,246.17	STOP P4
36,00	3,912,644.06	4,072,614.08	4,082,614.07	4,062,643.91	
36,00	5,872,105.46	5,752,085.73	5,732,085.75	5,462,105.87	STOP P3
36,00	3,712,533.61	3,822,503.83	3,832,503.82	3,812,533.71	
36,00	5,171,754.89	5,091,735.07	5,071,735.09	4,891,755.17	STOP P2
36,00	3,122,253.18	3,182,243.19	3,192,243.18	3,182,253.12	
36,00	3,781,233.66	3,741,213.74	3,741,213.74	3,661,233.78	STOP P1
36,00	2,242,242.24	2,242,242.24	2,242,242.24	2,242,242.24	
36,00					BASE

Fig. 7.30 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P15 Caso2, Fuente ; El Autor



### 7.11.2.2.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.00163, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 1.63%.

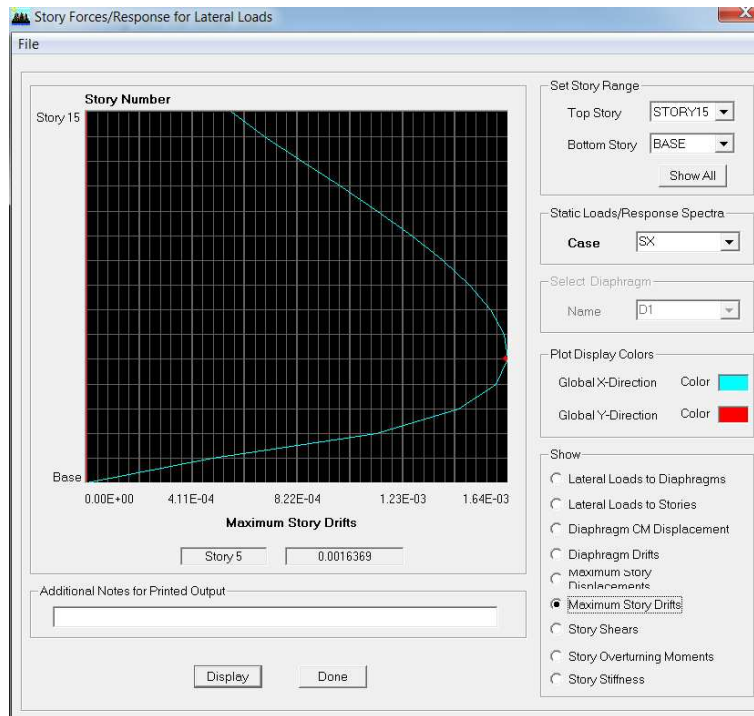


Fig. 7.31 Derivas de Piso P15 Caso 2, Fuente: El Autor

### 7.11.2.2.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P15 CASO 2			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx30cm	500	15.552	Si Cumple Condicion
Columna 60cmx60cm	210	75.13	

Cuadro 7.32, Mn para elementos estructurales de P15 Caso 2, Fuente: El Autor





### 7.11.2.3 Resultados Caso 3:

#### 7.11.2.3.1 Cantidades de Acero

	1	2	3	4	5
	2,998,982.31	2,830,932.81	2,810,932.83	2,310,982.00	STOP, 15
36.00	1,971,831.52	1,861,741.85	1,851,741.86	1,521,831.97	
36.00	3,281,072.54	3,111,013.08	3,081,013.11	2,541,073.28	STOP, 14
36.00	2,151,991.73	2,041,902.02	2,031,902.04	1,731,992.15	
36.00	3,631,182.91	3,461,123.43	3,431,123.46	2,911,183.63	STOP, 13
36.00	2,242,182.11	2,242,092.24	2,242,092.24	2,112,182.24	
36.00	4,021,303.31	3,851,253.82	3,821,253.85	3,311,304.02	STOP, 12
36.00	2,242,242.24	2,242,242.24	2,242,242.24	2,242,242.24	
36.00	4,421,433.73	4,261,384.23	4,231,384.26	3,731,434.42	STOP, 11
36.00	2,242,242.24	2,242,242.24	2,242,242.24	2,242,242.24	
36.00	4,811,554.13	4,611,504.61	4,611,504.64	4,131,554.81	STOP, 10
36.00	2,492,242.73	2,732,242.76	2,732,242.75	2,732,242.49	
36.00	5,161,684.51	5,001,684.97	4,971,685.00	4,511,685.16	STOP, 9
36.00	2,852,253.07	3,092,248.10	3,102,248.09	3,072,252.88	
36.00	5,461,854.86	5,311,855.28	5,281,855.31	4,861,855.48	STOP, 8
36.00	3,172,373.37	3,392,323.40	3,402,323.39	3,372,373.17	
36.00	5,701,985.14	5,561,985.53	5,531,985.56	5,141,985.70	STOP, 7
36.00	3,432,473.61	3,632,423.64	3,642,423.63	3,612,473.43	
36.00	5,852,075.26	5,722,065.70	5,702,065.72	5,352,075.85	STOP, 6
36.00	3,622,533.78	3,792,493.80	3,802,493.79	3,782,533.62	
36.00	5,892,105.46	5,782,095.76	5,762,095.78	5,462,105.80	STOP, 5
36.00	3,702,543.83	3,862,513.86	3,862,513.85	3,832,543.70	
36.00	5,772,055.41	5,672,045.65	5,652,045.67	5,412,055.77	STOP, 4
36.00	3,632,493.73	3,742,463.75	3,752,463.74	3,732,493.63	
36.00	5,401,875.12	5,321,855.31	5,311,855.32	5,121,875.40	STOP, 3
36.00	3,332,353.40	3,412,323.41	3,412,323.41	3,402,353.33	
36.00	4,671,504.48	4,611,494.60	4,601,494.61	4,451,504.67	STOP, 2
36.00	2,682,242.73	2,732,242.73	2,732,242.73	2,732,242.68	
36.00	3,371,103.19	3,351,093.38	3,351,093.35	3,291,103.37	STOP, 1
36.00	2,212,042.16	2,282,032.19	2,192,032.20	2,162,042.21	
36.00					BASE

Fig. 7.33 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P15 Caso3, Fuente ; El Autor



### 7.11.2.3.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.001574, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 1.57%.

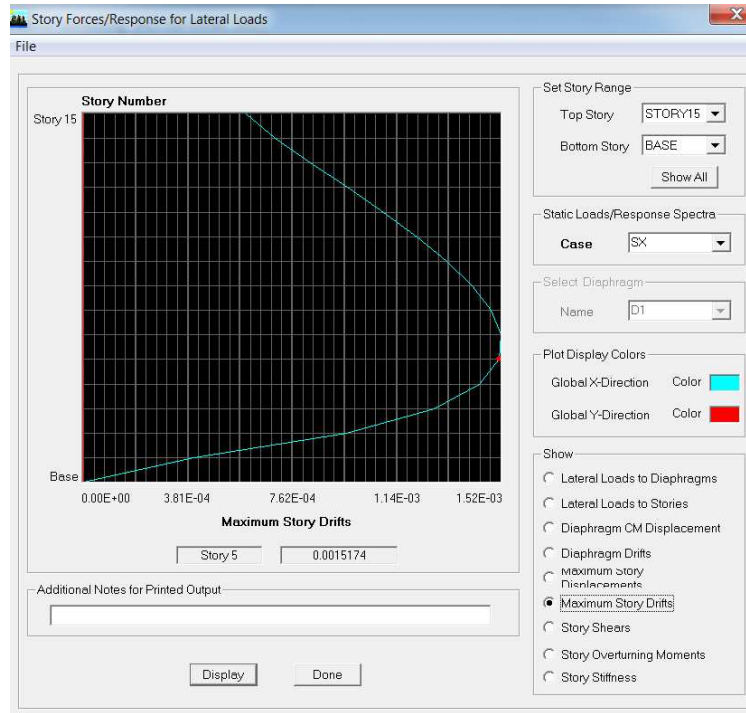


Fig. 7.34 Derivas de Piso P15 Caso 3, Fuente: El Autor

### 7.11.2.3.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P15 CASO 3			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx30cm	500	15.552	Si Cumple Condicion
Columna 60cmx60cm	500	135.43	

Cuadro 7.35, Mn para elementos estructurales de P15 Caso 3, Fuente: El Autor



### 7.11.2.4 Resultados Caso 4:

#### 7.11.2.4.1 Cantidades de Acero

	1	2	3	4	5
	3,441,042.69	3,301,043.27	3,271,043.30	2,691,043.44	STOP/15
36.00	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	
36.00	3,821,193.00	3,671,153.63	3,631,153.67	3,001,193.82	STOP/14
36.00	1,821,771.77	1,771,771.77	1,771,771.77	1,771,771.82	
36.00	4,301,323.48	4,141,284.00	4,101,284.14	3,481,324.30	STOP/13
36.00	2,041,852.03	2,091,792.00	2,101,792.09	2,031,852.04	
36.00	4,851,444.02	4,691,434.65	4,651,434.69	4,021,484.85	STOP/12
36.00	2,382,052.52	2,582,002.60	2,602,002.58	2,522,052.38	
36.00	5,481,644.59	5,261,645.22	5,221,645.26	4,591,645.43	STOP/11
36.00	2,782,263.03	3,092,213.11	3,112,213.09	3,032,262.76	
36.00	5,991,775.17	5,831,775.79	5,791,775.83	5,171,775.99	STOP/10
36.00	3,272,463.53	3,592,413.61	3,612,413.59	3,532,463.27	
36.00	6,521,775.72	6,361,776.32	6,321,776.36	5,721,776.52	STOP/9
36.00	3,752,644.00	4,062,604.07	4,082,604.06	4,002,643.75	
36.00	6,991,776.22	6,831,776.80	6,801,776.83	6,221,776.99	STOP/8
36.00	4,192,804.42	4,482,764.49	4,492,764.48	4,422,804.19	
36.00	7,331,846.65	7,211,887.29	7,191,887.21	6,651,887.33	STOP/7
36.00	4,552,934.76	4,822,894.83	4,832,894.82	4,762,934.55	
36.00	7,551,976.76	7,421,967.40	7,401,967.42	6,961,977.53	STOP/6
36.00	4,823,015.06	5,062,985.06	5,062,985.06	5,003,014.82	
36.00	7,582,007.12	7,461,997.46	7,461,997.46	7,122,007.58	STOP/5
36.00	4,933,035.06	5,123,015.13	5,133,015.12	5,063,034.93	
36.00	7,441,947.03	7,351,947.33	7,331,947.36	7,031,947.44	STOP/4
36.00	4,832,974.94	4,972,954.98	4,982,954.97	4,942,974.83	
36.00	6,941,776.56	6,851,776.83	6,831,776.85	6,581,776.94	STOP/3
36.00	4,902,784.48	4,502,774.51	4,512,774.50	4,482,784.30	
36.00	5,841,775.67	5,781,775.77	5,771,775.78	5,611,775.84	STOP/2
36.00	3,512,413.56	3,572,393.57	3,572,393.57	3,562,413.51	
36.00	4,021,253.93	4,001,243.96	3,991,244.00	3,931,254.02	STOP/1
36.00	1,971,771.97	1,981,771.98	1,981,771.98	1,971,771.97	
36.00					BASE

Fig. 7.36 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P15 Caso 4, Fuente ; El Autor



### 7.11.2.4.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.0028, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 2.8%.

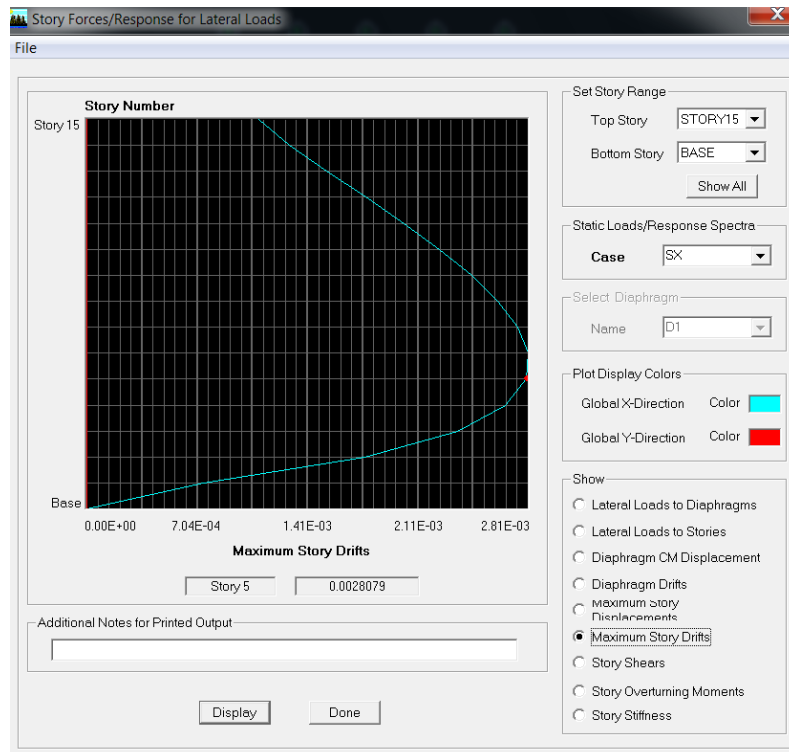


Fig. 7.37 Derivas de Piso P15 Caso 4, Fuente: El Autor

### 7.11.2.4.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P15 CASO 4			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx30cm	210	7.681	Si Cumple Condicion
Columna 60cmx60cm	210	75.13	

Cuadro 7.38, Mn para elementos estructurales de P15 Caso 4, Fuente: El Autor



### 7.11.3 Pórtico P25

Los cálculos de prediseño fueron realizados en una hoja electrónica de Excel, la cual se adjunta en anexos. Los resultados obtenidos son:

Columnas: 80cm x 80cm

Vigas: 25cm x 35cm

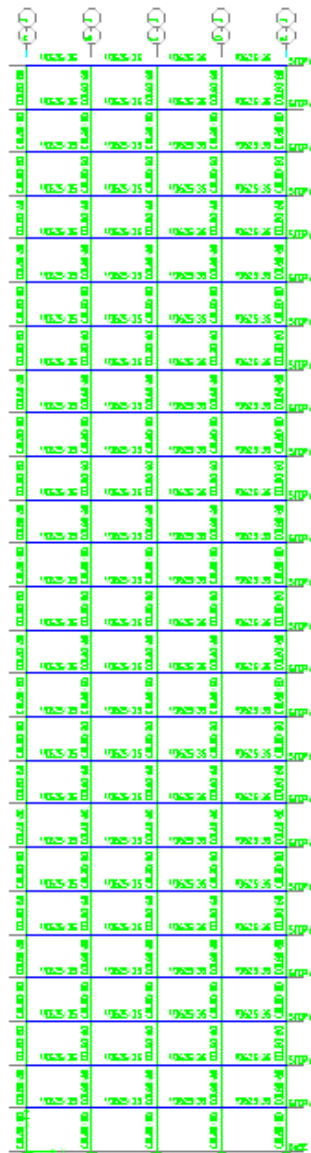


Fig.7.39 Pórtico P25 exportado del ETABS, Fuente ; El Autor



### 7.11.3.1 Resultados Caso 1:

#### 7.11.3.1.1 Cantidades de Acero

Level	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
STP023	3.711E+07	3.784E+08	3.884E+07	3.734E+07	3.779E+07
STP024	4.344E+08	4.223E+08	4.110E+08	2.924E+08	2.924E+08
STP023	4.471E+08	4.452E+08	4.454E+08	3.284E+08	2.722E+08
STP022	4.871E+08	4.871E+08	4.864E+08	3.692E+08	3.142E+08
STP021	5.254E+08	5.442E+08	5.322E+08	4.254E+08	3.582E+08
STP020	5.822E+08	5.742E+08	5.622E+08	4.622E+08	4.022E+08
STP019	6.322E+08	6.422E+08	6.322E+08	5.022E+08	4.522E+08
STP018	6.822E+08	6.922E+08	6.822E+08	5.522E+08	5.022E+08
STP017	7.322E+08	7.422E+08	7.322E+08	6.022E+08	5.522E+08
STP016	7.822E+08	7.922E+08	7.822E+08	6.522E+08	6.022E+08
STP015	8.322E+08	8.422E+08	8.322E+08	7.022E+08	6.522E+08
STP014	8.822E+08	8.922E+08	8.822E+08	7.522E+08	7.022E+08
STP013	9.322E+08	9.422E+08	9.322E+08	8.022E+08	7.522E+08
STP012	9.822E+08	9.922E+08	9.822E+08	8.522E+08	8.022E+08
STP011	1.032E+09	1.042E+09	1.032E+09	9.022E+08	8.522E+08
STP010	1.082E+09	1.092E+09	1.082E+09	9.522E+08	9.022E+08
STP09	1.132E+09	1.142E+09	1.132E+09	1.002E+09	9.522E+08
STP08	1.182E+09	1.192E+09	1.182E+09	1.052E+09	1.002E+09
STP07	1.232E+09	1.242E+09	1.232E+09	1.102E+09	1.052E+09
STP06	1.282E+09	1.292E+09	1.282E+09	1.152E+09	1.102E+09
STP05	1.332E+09	1.342E+09	1.332E+09	1.202E+09	1.152E+09
STP04	1.382E+09	1.392E+09	1.382E+09	1.252E+09	1.202E+09
STP03	1.432E+09	1.442E+09	1.432E+09	1.302E+09	1.252E+09
STP02	1.482E+09	1.492E+09	1.482E+09	1.352E+09	1.302E+09
STP01	1.532E+09	1.542E+09	1.532E+09	1.402E+09	1.352E+09

Fig. 7.40 Área de acero en cm² para vigas y columnas P25 Caso1, Fuente ; El Autor



### 7.11.3.1.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.00275, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 2.75%.

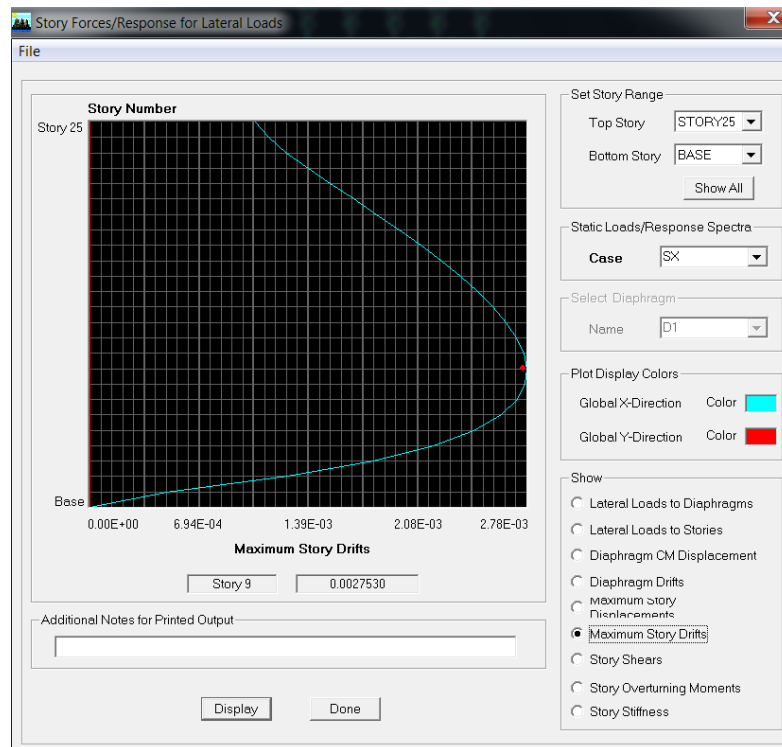


Fig. 7.41 Derivas de Piso P25 Caso 1, Fuente: El Autor

### 7.11.3.1.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P25 CASO 1			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{ne} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 25cmx35cm	210	13.566	Si Cumple Condicion
Columna 80cmx80cm	500	331.08	

Cuadro 7.42, Mn para elementos estructurales de P25 Caso 1, Fuente: El Autor



7.11.3.2 Resultados Caso 2:

7.11.3.2.1 Cantidades de Acero

	1	2	3	4	5
3.84.003.01	4.27.66.01	2.90.00.27	2.49.02.04		3.00.03
1.000.000.00	1.340.700.34	3.500.000.00	3.700.000.00		3.700.000.00
4.29.00.01	4.70.00.02	4.40.00.03	3.00.00.03		3.00.04
2.000.000.00	2.300.000.00	2.300.000.00	2.300.000.00		2.300.000.00
4.00.00.02	5.30.00.04	4.90.00.01	2.20.00.00		3.00.03
2.000.000.00	1.700.000.00	3.000.000.00	3.500.000.00		3.500.000.00
3.00.00.02	3.70.00.01	3.00.00.01	3.40.00.00		3.00.03
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
3.00.00.01	3.00.00.01	3.00.00.01	3.00.00.01		3.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
4.00.00.03	1.30.00.03	1.00.00.03	4.00.00.03		3.00.03
1.000.000.00	5.000.000.00	5.000.000.00	5.000.000.00		5.000.000.00
4.00.00.04	6.00.00.02	1.70.00.00	5.00.00.00		3.00.04
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
5.00.00.01	5.00.00.01	5.00.00.01	5.00.00.01		5.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
6.00.00.01	6.00.00.01	6.00.00.01	6.00.00.01		6.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
7.00.00.01	7.00.00.01	7.00.00.01	7.00.00.01		7.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
8.00.00.01	8.00.00.01	8.00.00.01	8.00.00.01		8.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
9.00.00.01	9.00.00.01	9.00.00.01	9.00.00.01		9.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
10.00.00.01	10.00.00.01	10.00.00.01	10.00.00.01		10.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
11.00.00.01	11.00.00.01	11.00.00.01	11.00.00.01		11.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
12.00.00.01	12.00.00.01	12.00.00.01	12.00.00.01		12.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
13.00.00.01	13.00.00.01	13.00.00.01	13.00.00.01		13.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
14.00.00.01	14.00.00.01	14.00.00.01	14.00.00.01		14.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
15.00.00.01	15.00.00.01	15.00.00.01	15.00.00.01		15.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
16.00.00.01	16.00.00.01	16.00.00.01	16.00.00.01		16.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
17.00.00.01	17.00.00.01	17.00.00.01	17.00.00.01		17.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
18.00.00.01	18.00.00.01	18.00.00.01	18.00.00.01		18.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
19.00.00.01	19.00.00.01	19.00.00.01	19.00.00.01		19.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
20.00.00.01	20.00.00.01	20.00.00.01	20.00.00.01		20.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
21.00.00.01	21.00.00.01	21.00.00.01	21.00.00.01		21.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
22.00.00.01	22.00.00.01	22.00.00.01	22.00.00.01		22.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
23.00.00.01	23.00.00.01	23.00.00.01	23.00.00.01		23.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
24.00.00.01	24.00.00.01	24.00.00.01	24.00.00.01		24.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
25.00.00.01	25.00.00.01	25.00.00.01	25.00.00.01		25.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
26.00.00.01	26.00.00.01	26.00.00.01	26.00.00.01		26.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
27.00.00.01	27.00.00.01	27.00.00.01	27.00.00.01		27.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
28.00.00.01	28.00.00.01	28.00.00.01	28.00.00.01		28.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
29.00.00.01	29.00.00.01	29.00.00.01	29.00.00.01		29.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
30.00.00.01	30.00.00.01	30.00.00.01	30.00.00.01		30.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
31.00.00.01	31.00.00.01	31.00.00.01	31.00.00.01		31.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
32.00.00.01	32.00.00.01	32.00.00.01	32.00.00.01		32.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
33.00.00.01	33.00.00.01	33.00.00.01	33.00.00.01		33.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
34.00.00.01	34.00.00.01	34.00.00.01	34.00.00.01		34.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
35.00.00.01	35.00.00.01	35.00.00.01	35.00.00.01		35.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
36.00.00.01	36.00.00.01	36.00.00.01	36.00.00.01		36.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
37.00.00.01	37.00.00.01	37.00.00.01	37.00.00.01		37.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
38.00.00.01	38.00.00.01	38.00.00.01	38.00.00.01		38.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
39.00.00.01	39.00.00.01	39.00.00.01	39.00.00.01		39.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00
40.00.00.01	40.00.00.01	40.00.00.01	40.00.00.01		40.00.01
1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00	1.000.000.00		1.000.000.00

Fig. 7.43 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P25 Caso 2, Fuente ; El Autor





### 7.11.3.2.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.00264, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 2.64%.

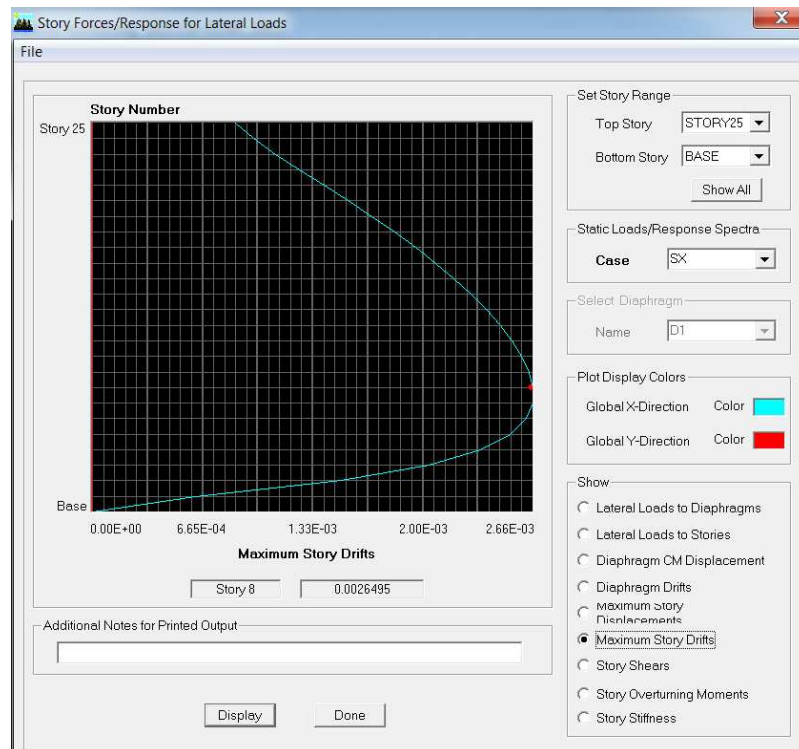


Fig. 7.44 Derivas de Piso P25 Caso 2, Fuente: El Autor

### 7.11.3.2.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P25 CASO 2			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 25cmx35cm	500	27.467	Si Cumple Condicion
Columna 80cmx80cm	210	186.97	

Cuadro 7.45, Mn para elementos estructurales de P25 Caso 2, Fuente: El Autor





### 7.11.3.3.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.001918, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 1.91%.

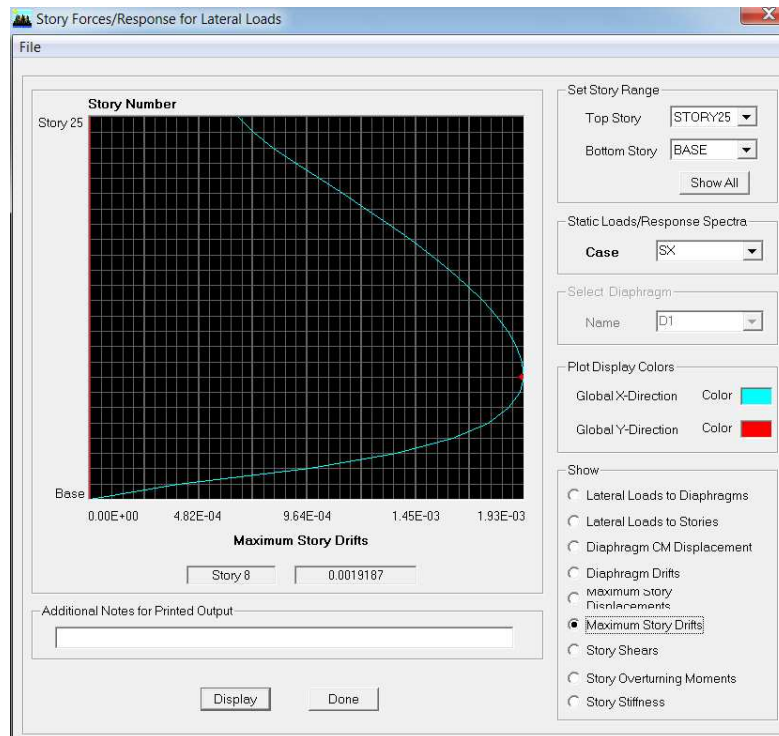


Fig. 7.47 Derivas de Piso P25 Caso 3, Fuente: El Autor

### 7.11.3.3.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P25 CASO 3			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 25cmx35cm	500	27.467	Si Cumple Condicion
Columna 80cmx80cm	500	331.08	

Cuadro 7.48, Mn para elementos estructurales de P25 Caso 3, Fuente: El Autor



### 7.11.3.4 Resultados Caso 4:

#### 7.11.3.4.1 Cantidades de Acero

Column	Beam	Column	Beam	Column
3.65.110.02	3.76.105.02	5.77.102.02	3.64.105.02	5.0P13
3.78.110.02	3.89.105.02	5.90.102.02	3.77.105.02	5.0P14
3.91.110.02	4.02.105.02	6.03.102.02	3.90.105.02	5.0P15
4.04.110.02	4.15.105.02	6.16.102.02	4.03.105.02	5.0P16
4.17.110.02	4.28.105.02	6.29.102.02	4.16.105.02	5.0P17
4.30.110.02	4.41.105.02	6.42.102.02	4.29.105.02	5.0P18
4.43.110.02	4.54.105.02	6.55.102.02	4.42.105.02	5.0P19
4.56.110.02	4.67.105.02	6.68.102.02	4.55.105.02	5.0P20
4.69.110.02	4.80.105.02	6.81.102.02	4.68.105.02	5.0P21
4.82.110.02	4.93.105.02	6.94.102.02	4.81.105.02	5.0P22
4.95.110.02	5.06.105.02	7.07.102.02	4.94.105.02	5.0P23
5.08.110.02	5.19.105.02	7.20.102.02	5.07.105.02	5.0P24
5.21.110.02	5.32.105.02	7.33.102.02	5.20.105.02	5.0P25
5.34.110.02	5.45.105.02	7.46.102.02	5.33.105.02	5.0P26
5.47.110.02	5.58.105.02	7.59.102.02	5.46.105.02	5.0P27
5.60.110.02	5.71.105.02	7.72.102.02	5.59.105.02	5.0P28
5.73.110.02	5.84.105.02	7.85.102.02	5.72.105.02	5.0P29
5.86.110.02	5.97.105.02	7.98.102.02	5.85.105.02	5.0P30
6.00.110.02	6.11.105.02	8.12.102.02	6.00.110.02	5.0P31
6.14.110.02	6.25.105.02	8.26.102.02	6.14.110.02	5.0P32
6.28.110.02	6.39.105.02	8.40.102.02	6.28.110.02	5.0P33
6.42.110.02	6.53.105.02	8.54.102.02	6.42.110.02	5.0P34
6.56.110.02	6.67.105.02	8.68.102.02	6.56.110.02	5.0P35
6.70.110.02	6.81.105.02	8.82.102.02	6.70.110.02	5.0P36
6.84.110.02	6.95.105.02	8.96.102.02	6.84.110.02	5.0P37
6.98.110.02	7.09.105.02	9.10.102.02	6.98.110.02	5.0P38
7.12.110.02	7.23.105.02	9.24.102.02	7.12.110.02	5.0P39
7.26.110.02	7.37.105.02	9.38.102.02	7.26.110.02	5.0P40
7.40.110.02	7.51.105.02	9.52.102.02	7.40.110.02	5.0P41
7.54.110.02	7.65.105.02	9.66.102.02	7.54.110.02	5.0P42
7.68.110.02	7.79.105.02	9.80.102.02	7.68.110.02	5.0P43
7.82.110.02	7.93.105.02	9.94.102.02	7.82.110.02	5.0P44
7.96.110.02	8.07.105.02	10.08.102.02	7.96.110.02	5.0P45
8.10.110.02	8.21.105.02	10.22.102.02	8.10.110.02	5.0P46
8.24.110.02	8.35.105.02	10.36.102.02	8.24.110.02	5.0P47
8.38.110.02	8.49.105.02	10.50.102.02	8.38.110.02	5.0P48
8.52.110.02	8.63.105.02	10.64.102.02	8.52.110.02	5.0P49
8.66.110.02	8.77.105.02	10.78.102.02	8.66.110.02	5.0P50
8.80.110.02	8.91.105.02	10.92.102.02	8.80.110.02	5.0P51
8.94.110.02	9.05.105.02	11.06.102.02	8.94.110.02	5.0P52
9.08.110.02	9.19.105.02	11.20.102.02	9.08.110.02	5.0P53
9.22.110.02	9.33.105.02	11.34.102.02	9.22.110.02	5.0P54
9.36.110.02	9.47.105.02	11.48.102.02	9.36.110.02	5.0P55
9.50.110.02	9.61.105.02	11.62.102.02	9.50.110.02	5.0P56
9.64.110.02	9.75.105.02	11.76.102.02	9.64.110.02	5.0P57
9.78.110.02	9.89.105.02	11.90.102.02	9.78.110.02	5.0P58
9.92.110.02	10.03.105.02	12.04.102.02	9.92.110.02	5.0P59
10.06.110.02	10.17.105.02	12.18.102.02	10.06.110.02	5.0P60

Fig. 7.49 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P25 Caso 4, Fuente ; El Autor



### 7.11.3.4.2 Derivas de piso

Se tiene un valor producido por el sismo en x (SX) de 0.00295, que al ser afectado por 10 (coeficiente R) y por 100%, se tiene una deriva máxima del 2.95%.

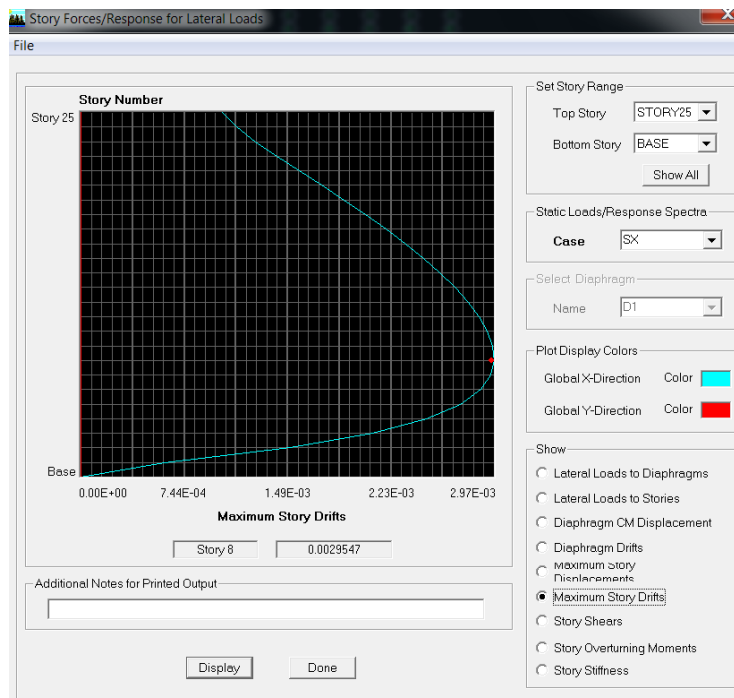


Fig. 7.50 Derivas de Piso P25 Caso 4, Fuente: El Autor

### 7.11.3.4.3 Verificación Columna Fuerte – Viga Débil

Los cálculos de esta característica para asegurar la sismorresistencia en edificaciones se muestra en anexos, los resultados para las secciones en análisis son:

PORTICO P25 CASO 4			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 25cmx35cm	210	13.566	Si Cumple Condicion
Columna 80cmx80cm	210	186.97	

Cuadro 7.51, Mn para elementos estructurales de P25 Caso 4, Fuente: El Autor



## 7.12 Control de Derivas

Con el fin de poder determinar con más detalle el aporte del HAR en edificaciones, se realizará el siguiente análisis: Utilizando los materiales del Caso 4 (Vigas y Columnas de Hormigón Convencional) se deberá obtener las derivas producidas por el Caso 3 (Vigas y Columnas de HAR), modificando únicamente la sección de los elementos.

### 7.12.1 Pórtico P5

#### 7.12.1.1 Secciones

Luego de un análisis iterativo, las siguientes secciones resultaron satisfactorias para obtener las derivas producidas por el caso 3 de análisis del apartado anterior:

Vigas: 20x25 cm

Columnas: 54 x 54 cm

#### 7.12.1.2 Cantidad de acero

	(F)	(B)	(C)	(D)	(E)	
	3.59 0.88 3.55 1.44 1.55 1.44	3.57 0.87 3.57 1.44 1.51 1.44	3.57 0.87 3.57 1.44 1.51 1.44	3.55 0.88 3.59 1.44 1.55 1.44		STORY5
29.16	3.89 0.94 3.80 1.44 1.63 1.44	3.85 0.94 3.85 1.44 1.62 1.44	3.85 0.94 3.85 1.44 1.62 1.44	3.80 0.94 3.89 1.44 1.63 1.44		STORY4
29.16	4.07 0.98 4.00 1.44 1.70 1.44	4.04 0.98 4.04 1.44 1.69 1.44	4.04 0.98 4.04 1.44 1.69 1.44	4.00 0.98 4.07 1.44 1.70 1.44		STORY3
29.16	3.91 0.95 3.87 1.44 1.64 1.44	3.89 0.95 3.89 1.44 1.63 1.44	3.89 0.95 3.89 1.44 1.63 1.44	3.87 0.95 3.91 1.44 1.64 1.44		STORY2
29.16	3.16 0.78 3.16 1.32 1.51 1.32	3.16 0.78 3.16 1.32 1.51 1.32	3.16 0.78 3.16 1.32 1.51 1.32	3.16 0.78 3.16 1.32 1.51 1.32		STORY1
29.16						BASE

Fig. 7.52 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P5 Caso Disminuir Derivas, Fuente ; El Autor



### 7.12.1.3 Verificación de Derivas

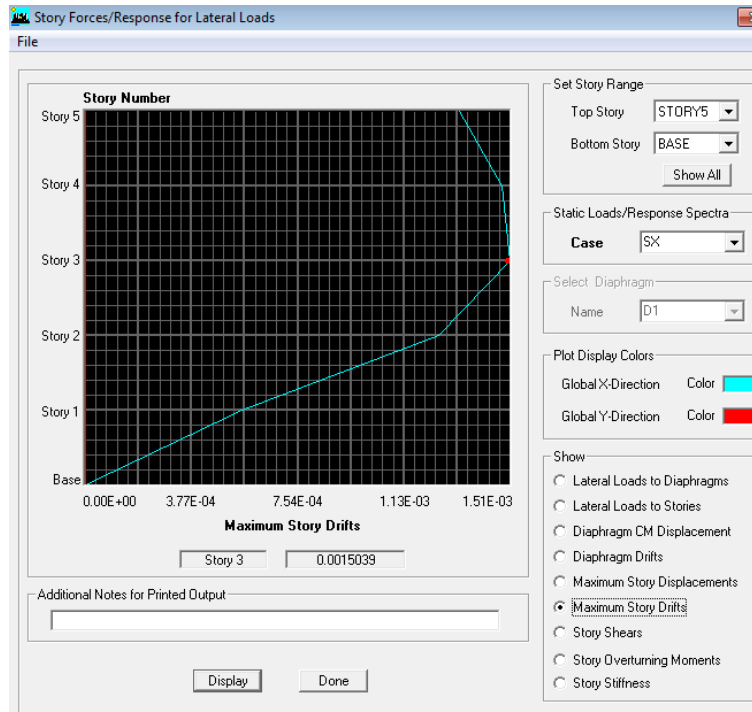


Fig. 7.53 Derivas de Piso P5 Caso Disminuir Derivas, Fuente: El Autor

## 7.12.2 Pórtico P15

### 7.12.2.1 Secciones

Luego de un análisis iterativo, las siguientes secciones resultaron satisfactorias para obtener las derivas producidas por el caso 3 de análisis del apartado anterior:

Vigas: 30x35 cm

Columnas: 1.61 x 1.61 m







### 7.12.3 Pórtico P25

#### 7.12.2.1 Secciones

Luego de un análisis iterativo, las siguientes secciones resultaron satisfactorias para obtener las derivas producidas por el caso 3 de análisis del apartado anterior:

Vigas: 40x45 cm

Columnas: 3.76 x 3.76 m

#### 7.12.2.2 Cantidad de acero

	(a)	(b)	(c)	(d)
3329-1	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-2	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-3	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-4	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-5	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-6	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-7	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-8	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-9	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-10	8.54	8.54	8.54	8.54
3329-11	8.54	8.54	8.54	8.54

Fig. 7.56 Área de acero en cm<sup>2</sup> para vigas y columnas P25 Caso Disminuir Derivas, Fuente ; El Autor



### 7.12.1.3 Verificación de Derivas

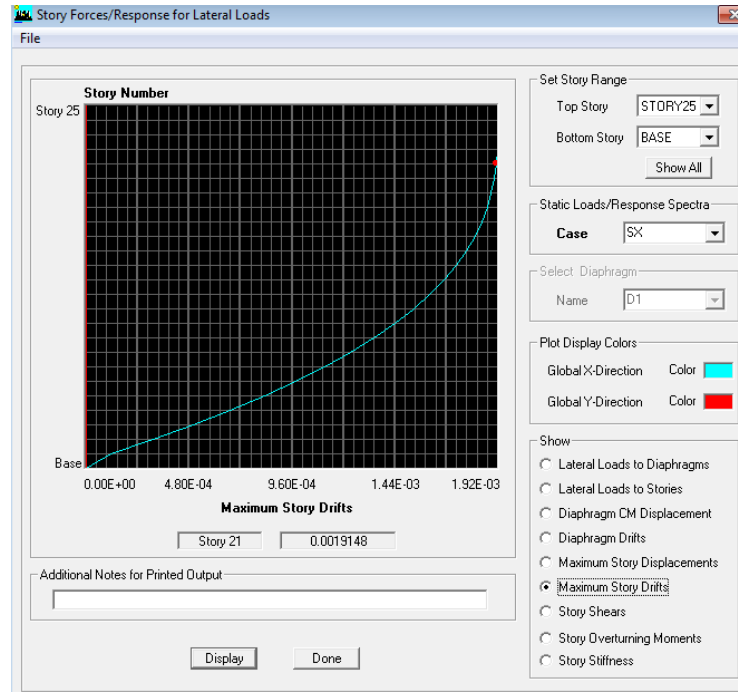


Fig. 7.57 Derivas de Piso P25 Caso Disminuir Derivas, Fuente: El Autor

## 7.13 Costos de Producción de Hormigones



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

**Proyecto:** DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN

Precios de producción para 1m<sup>3</sup> de Hormigones Simples

Agregado	Resistencia	Costo (Dolares)
Cuarcita	f'c = 500 kg/cm <sup>2</sup>	<b>220.61</b>
	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	<b>149.94</b>
Riolita	f'c = 500 kg/cm <sup>2</sup>	<b>240.52</b>
	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	<b>155.17</b>
Granito	f'c = 500 kg/cm <sup>2</sup>	<b>239.72</b>
	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	<b>153.72</b>
De la cantera del Ing. Fabian Rodriguez	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	<b>146.26</b>

Fig 7.58 Producción de Hormigones Simples, Fuente: El Autor

En anexos se adjunta el análisis de precios unitarios para cada hormigón.



# CAPÍTULO 8

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

---





## 8.1 De los áridos.

Se ha visto durante los ensayos realizados de laboratorio a los 3 materiales (Cuarcita, Riolita, Granito), que sus agregados son componentes dinámicos dentro de la mezcla, se sabe también que la variación en sus características puede ocurrir inclusive durante los procesos de explotación, manejo y transporte. Y puesto que forman la mayor parte del volumen del material, los he considerado componentes críticos en el concreto para su posterior análisis en el hormigón endurecido y su comportamiento de las estructuras.

Con el objetivo de lograr un concreto de calidad se hizo indispensable conocer en detalle las características de sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad del hormigón dependen de las propiedades físicas y químicas de los agregados, aunque en esta investigación no se realizó ningún análisis mineralógico.

Basado en recomendaciones de Aitcin (1991), se consideró como característica influyente para un hormigón la resistencia a la compresión simple de la roca a analizar, ya que según él, la falla en un concreto de relación a/c menor que 0.5 se presenta principalmente en los agregados. Así entonces se obtuvo que la roca con mayor resistencia a la compresión de entre las 3 señaladas anteriormente fue la **Cuarcita ( $f'_c=614.11 \text{ Kg/cm}^2$ )**

Algunas otras propiedades físicas importantes de los agregados son: la forma y textura de las partículas, la absorción, la densidad, la adherencia, etc. Teniendo en cuenta dichas propiedades se determinó que la **Cuarcita** sigue siendo la roca con mejores características: Capacidad de absorción de la arena: 1.77%; Capacidad de absorción de la grava 0.71%

La forma es la misma para los agregados de las 3 rocas ya que fueron triturados en la misma máquina. Las demás características se consideraron como poco influyentes.



## 8.2 De los hormigones

El diseño de los hormigones de alta resistencia se lo hizo siguiendo el método propuesto por el ACI comité 211.4.

La forma como se logró un hormigón de alta resistencia fue incrementando la cantidad de cemento en la mezcla, aunque se evidencia significativamente el aporte que tienen los agregados, ya que se obtuvo las siguientes dosificaciones para una misma relación  $a/c = 0.25$

**Cuarcita: 1 : 0.5 : 1**

**Riolita: 1 : 0.7 : 0.7**

**Granito: 1 : 0.5 : 0.8**

De entre ellas las más conveniente resultó ser la de la cuarcita, ya que para  $1\text{m}^3$  de HAR se requiere 15.44 sacos de cemento con 203.14 Lt de agua.

En anexos se exponen los resultados y cantidades de las dosificaciones respectivas.

Al tener como limitante el no usar aditivos, las mezclas obtenidas debido a la elevada cantidad de cemento resultaron ser pastosas y poco trabajables.

El único parámetro analizado en el concreto endurecido fue la resistencia a la compresión simple a los 28 días mediante el uso de probetas cilíndricas ( $\Phi=15\text{cm}$  y  $H=30\text{cm}$ ) y cubos de  $L = 5\text{ cm}$ . Obteniendo los siguientes resultados:

### A) Cilindros

Cuarcita:  $f'c= 524.17\text{ kgf/cm}^2$

Riolita:  $f'c= 474.15\text{ kgf/cm}^2$

Granito:  $f'c= 506.59\text{ kgf/cm}^2$

### B) Cubos:

Cuarcita:  $f'c= 560.88\text{ kgf/cm}^2$

Riolita:  $f'c= 497.49\text{ kgf/cm}^2$

Granito:  $f'c= 515.51\text{ kgf/cm}^2$

Cabe señalar que los cubos de hormigón fueron realizados con material tamizado  $<$  a  $3/8$ , y con la misma cantidad de agua y cemento dadas en su dosificación. En cuanto al costo de producción resulta más económico cuando se utiliza cuarcita como agregado, con un precio de 220.61 dólares el  $\text{m}^3$ .



### 8.3 Del análisis computacional

Con el objetivo de verificar las derivas de piso, cantidades de acero en columnas luego de un análisis sísmico estático para pórticos de 4 vanos de 5, 15 y 25 pisos cada uno cuya altura de entrepiso es de 2.70m y como se muestra en el capítulo de análisis se tiene el siguiente resumen:

Resumen del Análisis en Pórticos			
Portico	Caso de analisis *	Deriva (%)	As en Columnas ( $\rho$ )
P5	Caso 1	2.00	1%
	Caso 2	1.77	1%
	Caso 3	1.50	1%
	Caso 4	2.33	1%
P15	Caso 1	2.33	1%
	Caso 2	1.63	1%
	Caso 3	1.57	1%
	Caso 4	2.80	1%
P25	Caso 1	2.75	1%
	Caso 2	2.64	1%
	Caso 3	1.91	1%
	Caso 4	2.95	1%

\* Caso 1: Vigas de Hormigon Convencional y Columnas de HAR  
Caso2: Vigas de HAR y Columnas de Hormigon Convencional  
Caso 3: Vigas y Columnas de HAR  
Caso 4: Vigas y Columnas de Hormigon Convencional

*Cuadro 8.3.1 Resumen del Análisis en Pórticos, Fuente: El Autor*

Se tiene entonces que para las secciones dadas en cada pórtico la deriva de piso que está por debajo de la permitida por el CEC2000 (2%) es para los 3 pórticos cuando las vigas y columnas son de HAR (Caso 3), por otro lado la peor combinación de análisis es cuando las vigas y columnas son de hormigón convencional.

Se tiene también que la cuantía en columnas es la mínima permitida por el ACI (1%).



En cuanto a la verificación viga débil – columna fuerte se tiene que el único caso en el cual es contraproducente utilizar vigas de HAR y columnas de hormigón convencional es en el pórtico P5.

Con el objetivo de demostrar la importancia del uso de HAR en edificaciones y como se explicó en el caso de análisis “Disminución de Derivas”, se tiene el siguiente resumen:

Disminución de Derivas si solo se utilizara Hormigón Convencional				
Portico	Material	Secciones Iniciales	Nuevas Secciones	% de Aumento (Secciones)
P5	f'c = 210 Kgf/cm <sup>2</sup>	Columnas: 30 x30	Columnas: 54 x 54 cm	Columnas: 224%
		Vigas: 20x25	Vigas: 20x25	Vigas: 0%
P15	f'c = 210 Kgf/cm <sup>2</sup>	Columnas: 60 x60	Columnas: 161 x 161	Columnas: 621%
		Vigas: 20x30	Vigas: 30x35	Vigas: 75%
P25	f'c = 210 Kgf/cm <sup>2</sup>	Columnas: 80 x 80	Columnas: 376 x 376 cm	Columnas: 2109%
		Vigas: 25x35	Vigas: 40x45	Vigas: 106%

*Cuadro 8.3.2 Nuevas sección utilizando hormigón convencional para lograr derivas obtenidas cuando los pórticos son de HAR, Fuente: El Autor*

Téngase en cuenta que la luz entre ejes es de 4m, entonces al implantar la nueva sección de columna del P25 se tendría un paso entre caras de tan solo 24cm, lo cual resulta irracional. Se tiene también el siguiente cuadro de resúmenes de costos para los 3 pórticos.

Costos en función del material utilizado cuando la deriva es menor al 2%			
Portico	Costo Cuando f'c = 500 Kgf/cm <sup>2</sup>	Costo Cuando f'c = 210 Kgf/cm <sup>2</sup>	Aumento
	( Dólares)	( Dólares)	( Dólares)
P5	2222.65	3463.88	1241.23
P15	19259.25	80457.66	61198.41
P25	55373.11	708401.53	653028.42

*Cuadro 8.3.3 Variación en los costos de pórticos en función del material utilizado. Fuente: El autor*



# **CAPÍTULO 9**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---







## 9.1 Conclusiones

Luego de un proceso de experimentación en laboratorio utilizando materiales de la provincia de Loja se ha podido obtener gravas y arenas de un mismo material dando lugar a dosificaciones satisfactorias con el uso de cuarcita y granito para lograr un HAR mientras que con la riolita no se pudo obtener especímenes de hormigón cuya resistencia a la compresión supere los 500 Kgf/cm<sup>2</sup> luego de ensayar especímenes cilíndricos.

Los cubos de hormigón de L=5cm, hechos con material menor a 3/8 dieron resistencias mayores a los cilindros de sus mismos materiales y con sus mismas dosificaciones.

El hormigón diseñado en este proyecto investigativo resultó ser poco trabajable ya que con una relación a/c de 0.25 nunca se utilizó ningún aditivo plastificante, lo cual lo convertiría en un hormigón muy difícil de trabajar en obra. Sin embargo su comportamiento en estado endurecido es el deseado.

Durante el análisis en ETABS y luego de expuestas todas las tablas de resultados y haciendo comparaciones de costos se tiene que:

La utilización de hormigones cuya resistencia a la compresión supere los 500 Kgf/cm<sup>2</sup>, nos permite disminuir de forma satisfactoria las secciones de los elementos a construirse, a pesar de estar sometidos a las mismas condiciones de carga.

Como se ha logrado disminución en secciones y dicho parámetro está relacionado de forma directa a la cantidad de acero, se tiene que al utilizar HAR, también se consigue un ahorro considerable en el acero de refuerzo utilizado en la estructura.



Al emplear HAR en columnas se tiene como consecuencia la reducción del peso propio de la estructura debido a que se necesitará menos volumen de hormigón y por ende, la transferencia de cargas al suelo de soporte será menor, y esto conlleva a cimentaciones menores.

Pese a que el costo de producción de un HAR es mucho mayor que el de un hormigón convencional, el impacto que éste tiene en la estructura en general es positivo logrando ahorros sumamente significativos.

Para el único caso en el cual resulta contraproducente según criterios de sismorresistencia utilizar columnas de hormigón convencional y las vigas de HAR es en el caso dos de un pórtico de 5 pisos.

La mejor combinación de análisis para los pórticos resulta ser cuando las vigas y columnas son de HAR, sin embargo para edificaciones de mediana altura ( 5 pisos) resultaría más económico la utilización de HAR únicamente en columnas.

Los proyectos de ingeniería hechos con HAR han demostrado las ventajas de su utilización, ya que este hormigón le permite diseñar con más eficiencia en cuanto a costos y a la utilización de los espacios.

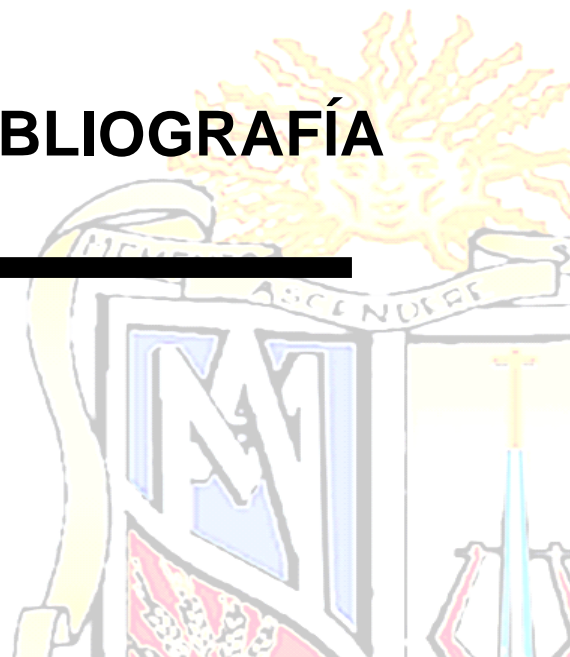
## **9.2 Recomendaciones**

Con la finalidad de poder utilizar este tipo de hormigón en determinada obra de ingeniería se deberá considerar el uso de aditivos plastificantes, así se conserva la relación a/c en donde se tendrá un hormigón trabajable en estado fresco y de elevada resistencia la compresión en estado endurecido.



## BIBLIOGRAFÍA

---





BUCHAS J. Hormigones de Alta Performance. Un nuevo desafío tecnológico para la construcción en la presente década. España 1994.

CABANILLAS Jorge Luis. Diseño de edificaciones de concreto armado. Chile 2000

CABRERA Oscar, Efecto del curado en los hormigones de alta performance. Argentina 2002

Código Ecuatoriano de la Construcción CEC 2000

Computers & Structures. ETABS User Interface Reference Manual, Berkeley, California, USA. 2002.

ERROL G. Kelly. Introducción al Procesamiento de Minerales. Argentina 1996

Instituto del Concreto. Tecnología y Propiedades. México IMCYC 1980

KSYMINE D. P. Judd, Principios de Geología y Geotecnia para ingenieros. Mexico 2006

MARTINEZ P. David. Hormigones de Altas Prestaciones. Cartagena 1996

Revista Cemento, N° 18, Los edificios de hormigón ganan altura. Mexico 2004

SANCHEZ DE GUZMAN Diego. Durabilidad y Patología del Concreto. Bogotá 1987.

SOLANO Jorge, Uso racional de los agregados para concreto, Boletín No.1 Febrero Costa Rica ICCYC 2009

SUAREZ F. Rosa María, Fundamentos de Geología. Mexico 1997

STEVEN H. Kosmatka, BEATRIX Kerkhoff, WILLIAM C. PANARESE y JUSSARA Tanesi; Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Mexico 1992

TYRRELL G.W. Principios de petrología. Mexico 1994



Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones  
David A. Reyes A.

VIDELA C, Dosificación de Hormigones, Departamento Ingeniería y Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile 2004

VOZDIZHENSKI, B. I. , GOLUBINTSEV, O.N. Perforación de explotación. Espana 2001



# ANEXOS





## A. DE LOS ARIDOS

---





### A.1 Resistencia a la compresión en Rocas



#### UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ROCAS

<b>PROYECTO:</b>	Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones		
<b>UBICACIÓN:</b>	Provincia de Loja	<b>FECHA:</b>	22-ene-10

#### REPORTE DE RESULTADOS:

Nº ROCA	TIPO DE ROCA	FECHA	LADO	AREA	CARGA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA REQUERIDA Kg/cm <sup>2</sup>
		ROTURA	cm.	cm <sup>2</sup>	Kgf.	Kgf/cm <sup>2</sup>	Kgf/cm <sup>2</sup>	
	<b>Cuarcita</b>	22-ene-10						
C1	Cuarcita		5.05	25.50	14640	574.06	614.11	500.00
C2	Cuarcita		4.90	24.01	13980	582.26		
C3	Cuarcita		5.20	27.04	18550	686.02		
	<b>Riolita</b>							
R1	Riolita		5.02	25.20	12584	499.36	499.85	500.00
R1	Riolita		5.05	25.50	12145	476.23		
R3	Riolita		5.10	26.01	13628	523.95		
	<b>Granito</b>							
G1	Granito		4.95	24.50	13859	565.62	562.39	500.00
G2	Granito		5.01	25.10	14285	569.12		
G3	Granito		4.90	24.01	13264	552.44		





## A.2 Ensayos de laboratorio cuarcita:

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA EN EL ÁRIDO FINO						
<b>MUESTRA:</b>	ARENA			<b>REALIZADO:</b>	david reyes	
<b>YACIMIENTO:</b>	CUARCITA DE SAUCES NORTE			<b>FECHA:</b>	14/04/2010	
<b>SECTOR:</b>	SAUCES NORTE - LOJA			<b>SOLICITADO</b>	david reyes	
<b>ENSAYO NÚMERO</b>						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Masa de la Muestra de ensayo (SSS)	500.00					
Masa del matraz más agua	1252.30					
Masa del matraz más agua más muestra	1571.00					
Masa de la muestra seca al horno	491.30					
Densidad real (estado SSS): Dsss (gr/cc)	2.758					
Densidad Seca (estado seco): Ds (gr/cc)	2.710					
Porcentaje de Absorción: Pa (%)	1.77					
<b>Valor promedio:</b>	<b>Dsss:</b>	<b>2.758</b>	<b>Ds:</b>	<b>2.710</b>	<b>Pa:</b>	<b>1.77 %</b>

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA EN EL ÁRIDO GRUESO						
<b>MUESTRA:</b>	GRAVA			<b>REALIZADO:</b>	david reyes	
<b>YACIMIENTO:</b>	CUARCITA DE SAUCES NORTE			<b>FECHA:</b>	14/04/2010	
<b>SECTOR:</b>	SAUCES NORTE - LOJA			<b>SOLICITADO</b>	david reyes	
<b>ENSAYO NÚMERO</b>						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Masa de la Muestra en el aire estado SSS:	2418					
Masa de la muestra sumergida en agua:	1567					
Masa de la muestra seca al horno:	2401					
Densidad Real(estado SSS) Dsss (gr/cc)	2.841					
Densidad Seca (estado seco): Ds (gr/cc)	2.821					
Porcentaje de Absorción: Pa (%)	0.71					
<b>Valor promedio:</b>	<b>Dsss:</b>	<b>2.841</b>	<b>Ds:</b>	<b>2.821</b>	<b>Pa:</b>	<b>0.71 %</b>

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO AGREGADO FINO**

**MUESTRA:** ARENA

**REALIZADO:** david reyes

**YACIMIENTO:** CUARCITA DE SAUCES NORTE

**FECHA:** 14/04/2010

**SECTOR:** SAUCES NORTE - LOJA

**SOLICITADO:** david reyes

<b>ENSAYO NÚMERO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	11710.00	11711.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	4885.00	4886.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.551	1.551		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE SUELTA	1.551 gr/cm <sup>3</sup>			

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO AGREGADO GRUESO**

**MUESTRA:** GRAVA

**REALIZADO:** david reyes

**YACIMIENTO:** CUARCITA DE SAUCES NORTE

**FECHA:** 14/04/2010

**SECTOR:** SAUCES NORTE - LOJA

**SOLICITADO:** david reyes

<b>ENSAYO NÚMERO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	11387.00	11374.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	4562.00	4549.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.448	1.444		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE SUELTA	1.446 gr/cm <sup>3</sup>			

OBSERVACIONES: .....



<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADA AGREGADO FINO</b>				
<b>MUESTRA:</b> ARENA		<b>REALIZADO:</b> david reyes		
<b>YACIMIENTO:</b> CUARCITA DE SAUCES NORTE		<b>FECHA:</b> 14/04/2010		
<b>SECTOR:</b> SAUCES NORTE - LOJA		<b>SOLICITADO:</b> david reyes		
<b>ENSAYO NÚMERO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	12778.00	12775.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	5953.00	5950.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.890	1.889		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE COMPACTADA	1.889 gr/cm <sup>3</sup>			

<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADA AGREGADO GRUESO</b>				
<b>MUESTRA:</b> GRAVA		<b>REALIZADO:</b> david reyes		
<b>YACIMIENTO:</b> CUARCITA DE SAUCES NORTE		<b>FECHA:</b> 14/04/2010		
<b>SECTOR:</b> SAUCES NORTE - LOJA		<b>SOLICITADO:</b> david reyes		
<b>ENSAYO NÚMERO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	12321.00	12324.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	5496.00	5499.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.745	1.746		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE COMPACTADA	1.745 gr/cm <sup>3</sup>			

OBSERVACIONES: .....

.....

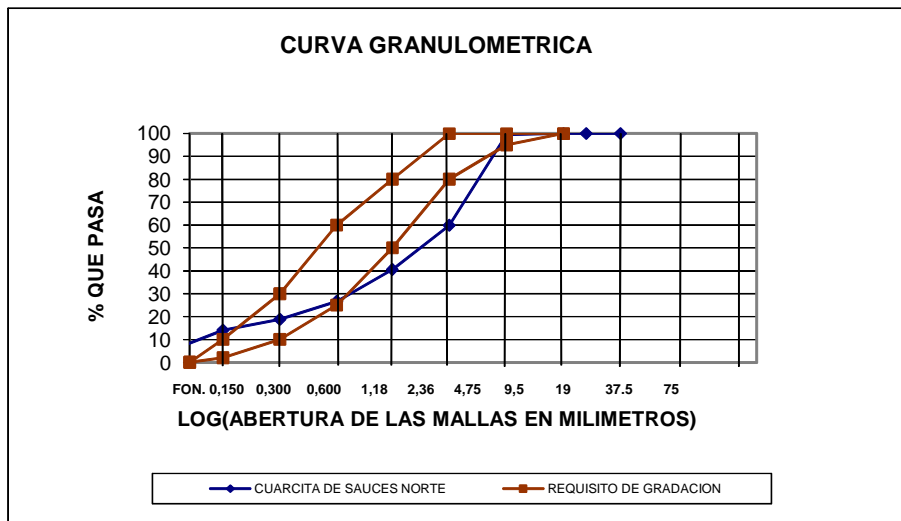


<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
<b>ARIDO FINO</b>				
<b>MATERIAL:</b>	ARENA			
<b>PROCEDENCIA:</b>	CUARCITA DE SAUCES NORTE			
<b>SITIO:</b>	SAUCES NORTE - LOJA			
<b>FECHA:</b>	14/04/2010	<b>OPERADOR:</b>	david reyes	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
57.31	57.19	19.51	0.32	<b>0.32</b>
<b>ARIDO GRUESO</b>				
<b>MATERIAL:</b>	GRAVA			
<b>PROCEDENCIA:</b>	CUARCITA DE SAUCES NORTE			
<b>SITIO:</b>	SAUCES NORTE - LOJA			
<b>FECHA:</b>	14/04/2010	<b>OPERADOR:</b>	david reyes	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
57.19	57.11	19.57	0.21	<b>0.21</b>



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA ARENA

<b>MATERIAL:</b>		ARENA							
<b>PROCEDENCIA:</b>		CUARCITA DE SAUCES NORTE							
<b>SITIO:</b>		SAUCES NORTE - LOJA							
<b>FECHA:</b>		14/04/2010			<b>OPERADOR:</b>		david reyes		
PESO IN gramos	TAMIZ mm	MUESTRA RETENIDA		MUESTRA ACUMULADA		MUESTRA PASANTE		M. F. -	
		gramos	%	gramos	%	gramos	%		
3196.000	19	0.00	0.000	0.000	0.000	3196.000	100.000	<b>3.40</b>	
	12.5	0.00	0.000	0.000	0.000	3196.000	100.000		
	9.5	0.00	0.000	0.000	0.000	3196.000	100.000		
	4.75	16.00	0.501	16.000	0.501	3180.000	99.499		
	2.36	1266.00	39.612	1282.000	40.113	1914.000	59.887		
	1.18	617.00	19.305	1899.000	59.418	1297.000	40.582		
	0.600	447.00	13.986	2346.000	73.404	850.000	26.596		
	0.300	247.00	7.728	2593.000	81.133	603.000	18.867		
	0.150	153.00	4.787	2746.000	85.920	450.000	14.080		
	0.075	309.00	9.668	3055.000	95.588	141.000	4.412		
	FONDO	141.00	4.412	3196.000	100.000	0.000	0.000		
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>						
		3196.000	100						

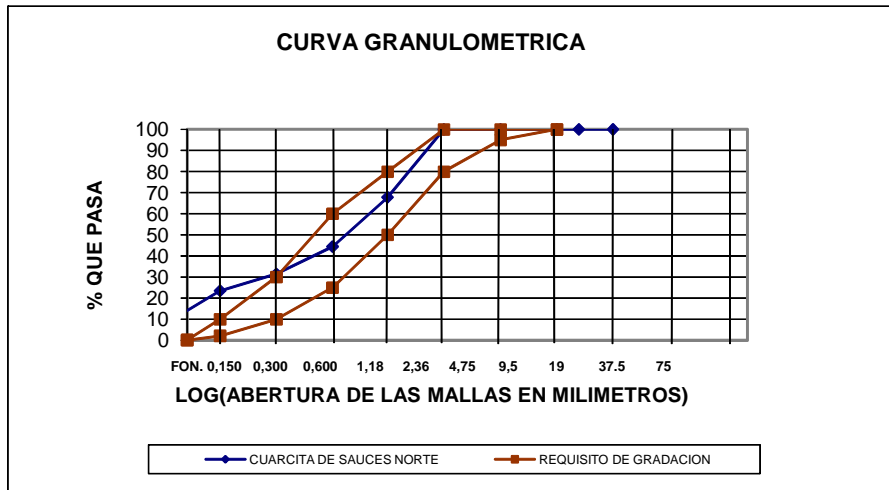




<b>CORRECIÓN DEL MODULO DE FINURA</b>								
<b>MATERIAL:</b>		ARENA						
<b>PROCEDENCIA:</b>		CUARCITA DE SAUCES NORTE						
<b>SITIO:</b>		SAUCES NORTE - LOJA						
<b>FECHA:</b>		14/04/2010			<b>OPERADOR:</b> david reyes			
PESO IN gramos	TAMIZ mm	MUESTRA RETENIDA		MUESTRA ACUMULADA		MUESTRA PASANTE		M. F. -
		gramos	%	gramos	%	gramos	%	
3196	19	0.000	0.000	0.000	0.000	1914.000	100.000	<b>2.33</b>
	12.5	0.000	0.000	0.000	0.000	1914.000	100.000	
	9.5	0.000	0.000	0.000	0.000	1914.000	100.000	
	4.75	0.000	0.000	0.000	0.000	1914.000	100.000	
	2.36	0.000	0.000	0.000	0.000	1914.000	100.000	
	1.18	617.000	32.236	617.000	32.236	1297.000	67.764	
	0.600	447.000	23.354	1064.000	55.590	850.000	44.410	
	0.300	247.000	12.905	1311.000	68.495	603.000	31.505	
	0.150	153.000	7.994	1464.000	76.489	450.000	23.511	
	0.075	309.000	16.144	1773.000	92.633	141.000	7.367	
	FONDO	141.000	7.367	1914.000	100.000	0.000	0.000	
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>					
		1914.000	100					

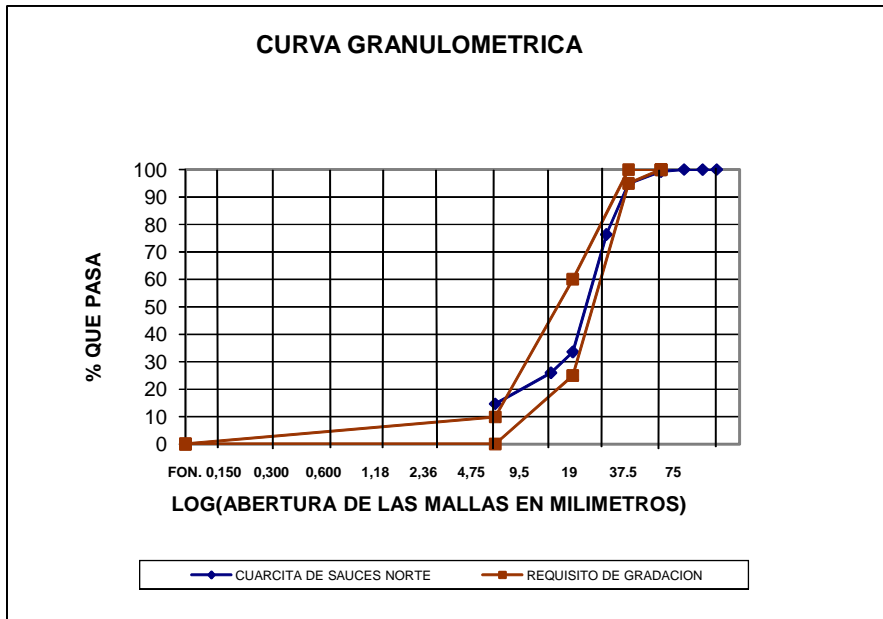
PESO DE MUESTRA ELIMINADA: 1282.000

PORCENTAJE DE CORRECIÓN: 40.113





<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA GRAVA</b>								
<b>MATERIAL:</b>		GRAVA						
<b>PROCEDENCIA:</b>		CUARCITA DE SAUCES NORTE						
<b>SITIO:</b>		SAUCES NORTE - LOJA						
<b>FECHA:</b>		14/04/2010			<b>OPERADOR:</b> david reyes			
PESO IN gramos	TAMIZ mm	MUESTRA RETENIDA		MUESTRA ACUMULADA		MUESTRA PASANTE		T.M. mm
		gramos	%	gramos	%	gramos	%	
5604	75	0	0.000	0.000	0.000	5604.000	100.000	<b>25.0</b>
	63	0	0.000	0.000	0.000	5604.000	100.000	
	50	0	0.000	0.000	0.000	5604.000	100.000	
	37.5	39	0.696	39.000	0.696	5565.000	99.304	
	25	249	4.443	288.000	5.139	5316.000	94.861	
	19	1038	18.522	1326.000	23.662	4278.000	76.338	<b>M.F.</b>
	12.500	2395	42.737	3721.000	66.399	1883.000	33.601	
	9.500	427	7.620	4148.000	74.019	1456.000	25.981	<b>6.84</b>
	4.750	630	11.242	4778.000	85.261	826.000	14.739	
	FONDO	826	14.739	5604.000	100.000	0.000	0.000	
<b>TOTAL</b>		<b>TOTAL</b>						
5604		100						





### A.3. Ensayos de laboratorio riolita:

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA EN EL ÁRIDO FINO						
<b>MUESTRA:</b>	ARENA				<b>REALIZADO:</b>	David Reyes
<b>YACIMIENTO:</b>	RIOLITA DE GUAYABAL				<b>FECHA:</b>	15/05/2010
<b>SECTOR:</b>	CATAMAYO				<b>SOLICITADO</b>	David Reyes
<b>ENSAYO NÚMERO</b>						
Masa de la Muestra de ensayo (SSS)	500.00	1	2	3	4	5
Masa del matraz más agua	1252.30					
Masa del matraz más agua más muestra	1549.70					
Masa de la muestra seca al horno	475.90					
Densidad real (estado SSS): D <sub>sss</sub> (gr/cc)	2.468					
Densidad Seca (estado seco): D <sub>s</sub> (gr/cc)	2.349					
Porcentaje de Absorción: Pa (%)	5.06					
<b>Valor promedio:</b>	<b>D<sub>sss</sub>:</b>	<b>2.468</b>	<b>D<sub>s</sub>:</b>	<b>2.349</b>	<b>Pa:</b>	<b>5.06 %</b>

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA EN EL ÁRIDO GRUESO						
<b>MUESTRA:</b>	GRAVA				<b>REALIZADO:</b>	David Reyes
<b>YACIMIENTO:</b>	RIOLITA DE GUAYABAL				<b>FECHA:</b>	15/05/2010
<b>SECTOR:</b>	CATAMAYO				<b>SOLICITADO</b>	David Reyes
<b>ENSAYO NÚMERO</b>						
Masa de la Muestra en el aire estado SSS:	1916	1	2	3	4	5
Masa de la muestra sumergida en agua:	1133					
Masa de la muestra seca al horno:	1859					
Densidad Real(estado SSS) D <sub>sss</sub> (gr/cc)	2.447					
Densidad Seca (estado seco): D <sub>s</sub> (gr/cc)	2.374					
Porcentaje de Absorción: Pa (%)	3.07					
<b>Valor promedio:</b>	<b>D<sub>sss</sub>:</b>	<b>2.447</b>	<b>D<sub>s</sub>:</b>	<b>2.374</b>	<b>Pa:</b>	<b>3.07 %</b>

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO AGREGADO FINO</b>				
<b>MUESTRA:</b> ARENA	<b>REALIZADO:</b> David Reyes			
<b>YACIMIENTO:</b> RIOLITA DE GUAYABAL	<b>FECHA:</b> 15/05/2010			
<b>SECTOR:</b> CATAMAYO	<b>SOLICITADO:</b> David Reyes			
<b>ENSAYO NÚMERO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	11182.00	11216.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	4357.00	4391.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.383	1.394		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE SUELTA	1.389 gr/cm <sup>3</sup>			

<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO AGREGADO GRUESO</b>				
<b>MUESTRA:</b> GRAVA	<b>REALIZADO:</b> David Reyes			
<b>YACIMIENTO:</b> RIOLITA DE GUAYABAL	<b>FECHA:</b> 15/05/2010			
<b>SECTOR:</b> CATAMAYO	<b>SOLICITADO:</b> David Reyes			
<b>ENSAYO NÚMERO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	10982.00	11092.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	4157.00	4267.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.320	1.355		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE SUELTA	1.337 gr/cm <sup>3</sup>			

OBSERVACIONES: .....

.....



**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADA AGREGADO FINO**

**MUESTRA:** ARENA  
**YACIMIENTO:** RIOLITA DE GUAYABAL  
**SECTOR:** CATAMAYO

**REALIZADO:** David Reyes  
**FECHA:** 15/05/2010  
**SOLICITADO:** David Reyes

ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	11974.00	11963.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	5149.00	5138.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.635	1.631		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE COMPACTADA	1.633 gr/cm <sup>3</sup>			

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADA AGREGADO GRUESO**

**MUESTRA:** GRAVA  
**YACIMIENTO:** RIOLITA DE GUAYABAL  
**SECTOR:** CATAMAYO

**REALIZADO:** David Reyes  
**FECHA:** 15/05/2010  
**SOLICITADO:** David Reyes

ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	11790.00	11801.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	4965.00	4976.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.576	1.580		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE COMPACTADA	1.578 gr/cm <sup>3</sup>			

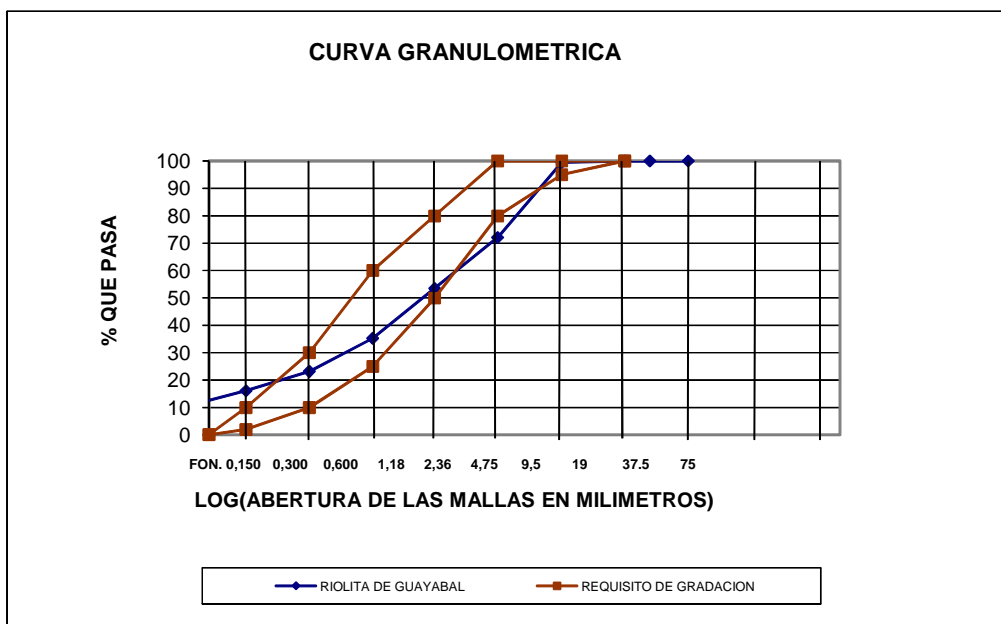
OBSERVACIONES: .....



<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
<b>ARIDO FINO</b>				
<b>MATERIAL:</b>	ARENA			
<b>PROCEDENCIA:</b>	RIOLITA DE GUAYABAL			
<b>SITIO:</b>	CATAMAYO			
<b>FECHA:</b>	15/05/2010	<b>OPERADOR:</b>	david reyes	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
28.09	28.05	19.73	0.48	<b>0.48</b>
<b>ARIDO GRUESO</b>				
<b>MATERIAL:</b>	GRAVA			
<b>PROCEDENCIA:</b>	RIOLITA DE GUAYABAL			
<b>SITIO:</b>	CATAMAYO			
<b>FECHA:</b>	15/05/2010	<b>OPERADOR:</b>	david reyes	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
40.67	40.59	19.59	0.38	<b>0.38</b>



<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA ARENA</b>									
<b>MATERIAL:</b>		ARENA							
<b>PROCEDENCIA:</b>		RIOLITA DE GUAYABAL							
<b>SITIO:</b>		CATAMAYO							
<b>FECHA:</b>		15/05/2010				<b>OPERADOR:</b> david reyes			
PESO IN gramos	TAMIZ mm	MUESTRA RETENIDA		MUESTRA ACUMULADA		MUESTRA PASANTE		M. F. -	
		gramos	%	gramos	%	gramos	%		
1205.000	19	0.00	0.000	0.000	0.000	1205.000	100.000	<b>3.00</b>	
	12.5	0.00	0.000	0.000	0.000	1205.000	100.000		
	9.5	0.00	0.000	0.000	0.000	1205.000	100.000		
	4.75	7.00	0.581	7.000	0.581	1198.000	99.419		
	2.36	329.00	27.303	336.000	27.884	869.000	72.116		
	1.18	224.00	18.589	560.000	46.473	645.000	53.527		
	0.600	220.00	18.257	780.000	64.730	425.000	35.270		
	0.300	145.00	12.033	925.000	76.763	280.000	23.237		
	0.150	85.00	7.054	1010.000	83.817	195.000	16.183		
	0.075	74.00	6.141	1084.000	89.959	121.000	10.041		
	FONDO	121.00	10.041	1205.000	100.000	0.000	0.000		
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>						
		1205.000	100						

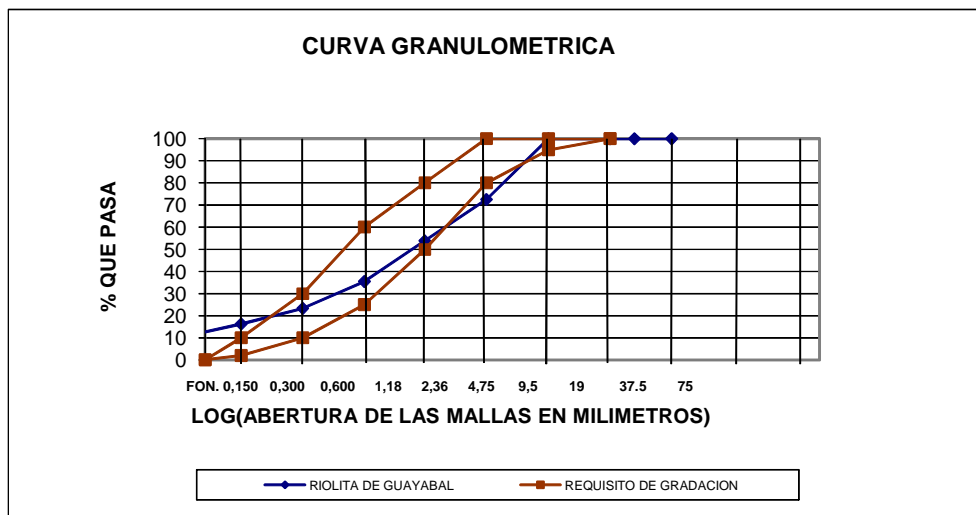




<b>CORRECIÓN DEL MODULO DE FINURA</b>								
<b>MATERIAL:</b>		ARENA						
<b>PROCEDENCIA:</b>		RIOLITA DE GUAYABAL						
<b>SITIO:</b>		CATAMAYO						
<b>FECHA:</b>		15/05/2010			<b>OPERADOR:</b> david reyes			
PESO IN gramos	TAMIZ mm	MUESTRA RETENIDA		MUESTRA ACUMULADA		MUESTRA PASANTE		M. F. -
		gramos	%	gramos	%	gramos	%	
1205	19	0.000	0.000	0.000	0.000	1198.000	100.000	<b>2.98</b>
	12.5	0.000	0.000	0.000	0.000	1198.000	100.000	
	9.5	0.000	0.000	0.000	0.000	1198.000	100.000	
	4.75	0.000	0.000	0.000	0.000	1198.000	100.000	
	2.36	329.000	27.462	329.000	27.462	869.000	72.538	
	1.18	224.000	18.698	553.000	46.160	645.000	53.840	
	0.600	220.000	18.364	773.000	64.524	425.000	35.476	
	0.300	145.000	12.104	918.000	76.628	280.000	23.372	
	0.150	85.000	7.095	1003.000	83.723	195.000	16.277	
	0.075	74.000	6.177	1077.000	89.900	121.000	10.100	
	FONDO	121.000	10.100	1198.000	100.000	0.000	0.000	
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>					
		1198.000	100					

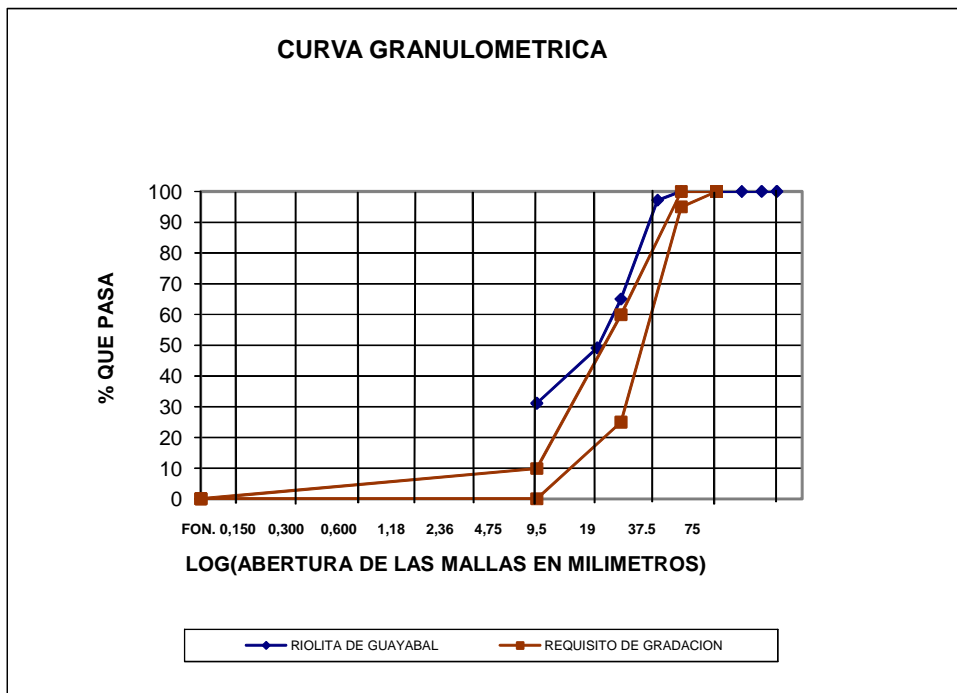
PESO DE MUESTRA ELIMINADA: 7.000

PORCENTAJE DE CORRECIÓN: 0.581





<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA GRAVA</b>								
<b>MATERIAL:</b>		GRAVA						
<b>PROCEDENCIA:</b>		RIOLITA DE GUAYABAL						
<b>SITIO:</b>		CATAMAYO						
<b>FECHA:</b>		15/05/2010			<b>OPERADOR:</b> david reyes			
PESO IN gramos	TAMIZ mm	MUESTRA RETENIDA		MUESTRA ACUMULADA		MUESTRA PASANTE		T.M. mm
		gramos	%	gramos	%	gramos	%	
2151	75	0	0.000	0.000	0.000	2151.000	100.000	<b>12.5</b>
	63	0	0.000	0.000	0.000	2151.000	100.000	
	50	0	0.000	0.000	0.000	2151.000	100.000	
	37.5	0	0.000	0.000	0.000	2151.000	100.000	
	25	0	0.000	0.000	0.000	2151.000	100.000	
	19	60	2.789	60.000	2.789	2091.000	97.211	<b>M.F.</b>
	12.500	691	32.125	751.000	34.914	1400.000	65.086	<b>6.23</b>
	9.500	343	15.946	1094.000	50.860	1057.000	49.140	
	4.750	387	17.992	1481.000	68.852	670.000	31.148	
	FONDO	670	31.148	2151.000	100.000	0.000	0.000	
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>					
		2151	100					





#### A.4 Ensayos de laboratorio Granito:

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA EN EL ÁRIDO FINO						
<b>MUESTRA:</b>	ARENA			<b>REALIZADO</b> DAVID REYES		
<b>YACIMIENTO:</b>	GRANITO EL BATÁN CELICA			<b>FECHA:</b> 17/05/2010		
<b>SECTOR:</b>	CELICA			<b>SOLICITADO</b> DAVID REYES		
<b>ENSAYO NÚMERO</b>						
Masa de la Muestra de ensayo (SSS)	1	2	3	4	5	
Masa del matraz más agua	500.00					
Masa del matraz más agua más muestra	1252.50					
Masa de la muestra seca al horno	1566.50					
Densidad real (estado SSS): D <sub>sss</sub> (gr/cc)	489.50					
Densidad Seca (estado seco): D <sub>s</sub> (gr/cc)	2.688					
Porcentaje de Absorción: Pa (%)	2.632					
<b>Valor promedio:</b>	<b>D<sub>sss</sub>:</b>	<b>2.688</b>	<b>D<sub>s</sub>:</b>	<b>2.632</b>	<b>Pa:</b>	<b>2.15 %</b>

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA EN EL ÁRIDO GRUESO						
<b>MUESTRA:</b>	GRAVA			<b>REALIZADO</b> DAVID REYES		
<b>YACIMIENTO:</b>	GRANITO EL BATÁN CELICA			<b>FECHA:</b> 17/05/2010		
<b>SECTOR:</b>	CELICA			<b>SOLICITADO</b> DAVID REYES		
<b>ENSAYO NÚMERO</b>						
Masa de la Muestra en el aire estado SSS:	1	2	3	4	5	
Masa de la muestra sumergida en agua:	2893					
Masa de la muestra seca al horno:	1829					
Densidad Real(estado SSS) D <sub>sss</sub> (gr/cc)	2871					
Densidad Seca (estado seco): D <sub>s</sub> (gr/cc)	2.719					
Porcentaje de Absorción: Pa (%)	2.698					
<b>Valor promedio:</b>	<b>D<sub>sss</sub>:</b>	<b>2.719</b>	<b>D<sub>s</sub>:</b>	<b>2.698</b>	<b>Pa:</b>	<b>0.77 %</b>

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO AGREGADO FINO</b>				
<b>MUESTRA:</b> ARENA	<b>REALIZADO:</b> DAVID REYES			
<b>YACIMIENTO:</b> GRANITO EL BATÁN CELICA	<b>FECHA:</b> 17/05/2010			
<b>SECTOR:</b> CELICA	<b>SOLICITAD:</b> DAVID REYES			
<b>ENSAYO NÚMERO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	11955.00	11922.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	5130.00	5097.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.629	1.618		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE SUELTA	1.623 gr/cm <sup>3</sup>			

<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO AGREGADO GRUESO</b>				
<b>MUESTRA:</b> GRAVA	<b>REALIZADO:</b> DAVID REYES			
<b>YACIMIENTO:</b> GRANITO EL BATÁN CELICA	<b>FECHA:</b> 17/05/2010			
<b>SECTOR:</b> CELICA	<b>SOLICITAD:</b> DAVID REYES			
<b>ENSAYO NÚMERO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	11804.00	11850.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	4979.00	5025.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.581	1.595		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE SUELTA	1.588 gr/cm <sup>3</sup>			

OBSERVACIONES: .....

.....





**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADO AGREGADO FINO**

**MUESTRA:** ARENA

**REALIZADO:** DAVID REYES

**YACIMIENTO:** GRANITO EL BATÁN CELICA

**FECHA:** 17/05/2010

**SECTOR:** CELICA

**SOLICITADO:** DAVID REYES

ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	12686.00	12745.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	5861.00	5920.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.861	1.879		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE COMPACTADA	1.870 gr/cm <sup>3</sup>			

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADO AGREGADO GRUESO**

**MUESTRA:** GRAVA

**REALIZADO:** DAVID REYES

**YACIMIENTO:** GRANITO EL BATÁN CELICA

**FECHA:** 17/05/2010

**SECTOR:** CELICA

**SOLICITADO:** DAVID REYES

ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	3150.12	3150.12		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	6825.00	6825.00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	12355.00	12345.00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	5530.00	5520.00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.755	1.752		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE COMPACTADA	1.754 gr/cm <sup>3</sup>			

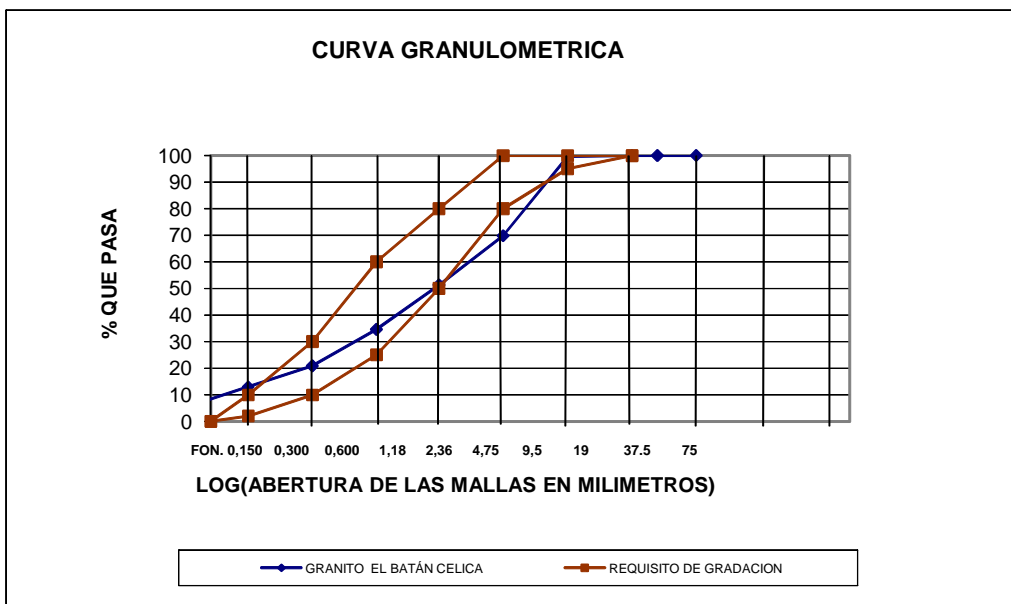
OBSERVACIONES: .....



<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
<b>ARIDO FINO</b>				
<b>MATERIAL:</b>	ARENA			
<b>PROCEDENCIA:</b>	GRANITO EL BATÁN CELICA			
<b>SITIO:</b>	CELICA			
<b>FECHA:</b>	17/05/2010	<b>OPERADOR:</b>	david reyes	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
32.57	32.52	19.54	0.39	<b>0.39</b>
<b>ARIDO GRUESO</b>				
<b>MATERIAL:</b>	GRAVA			
<b>PROCEDENCIA:</b>	GRANITO EL BATÁN CELICA			
<b>SITIO:</b>	CELICA			
<b>FECHA:</b>	17/05/2010	<b>OPERADOR:</b>	david reyes	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
39.98	39.91	19.79	0.35	<b>0.35</b>



<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA ARENA</b>								
<b>MATERIAL:</b>		ARENA						
<b>PROCEDENCIA:</b>		GRANITO EL BATÁN CELICA						
<b>SITIO:</b>		CELICA						
<b>FECHA:</b>		17/05/2010			<b>OPERADOR:</b> david reyes			
PESO IN gramos	TAMIZ mm	MUESTRA RETENIDA		MUESTRA ACUMULADA		MUESTRA PASANTE		M. F. -
		gramos	%	gramos	%	gramos	%	
2489.000	19	0.00	0.000	0.000	0.000	2489.000	100.000	<b>3.11</b>
	12.5	0.00	0.000	0.000	0.000	2489.000	100.000	
	9.5	0.00	0.000	0.000	0.000	2489.000	100.000	
	4.75	11.00	0.442	11.000	0.442	2478.000	99.558	
	2.36	740.00	29.731	751.000	30.173	1738.000	69.827	
	1.18	460.00	18.481	1211.000	48.654	1278.000	51.346	
	0.600	417.00	16.754	1628.000	65.408	861.000	34.592	
	0.300	342.00	13.740	1970.000	79.148	519.000	20.852	
	0.150	194.00	7.794	2164.000	86.943	325.000	13.057	
	0.075	199.00	7.995	2363.000	94.938	126.000	5.062	
	FONDO	126.00	5.062	2489.000	100.000	0.000	0.000	
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>					
		2489.000	100					



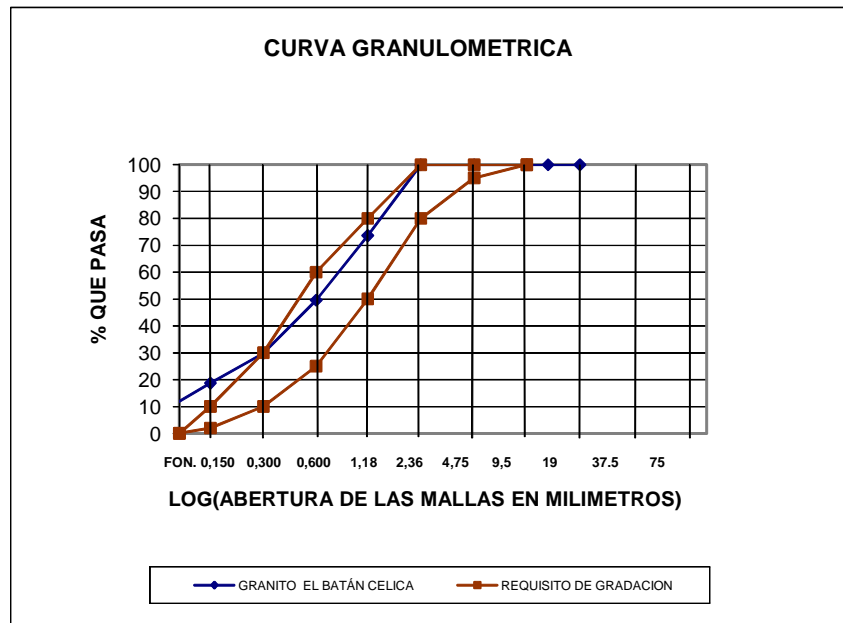


### CORRECIÓN DEL MODULO DE FINURA

<b>MATERIAL:</b>		ARENA						
<b>PROCEDENCIA:</b>		GRANITO EL BATÁN CELICA						
<b>SITIO:</b>		CELICA						
<b>FECHA:</b>		17/05/2010				<b>OPERADOR:</b> david reyes		
PESO IN gramos	TAMIZ mm	MUESTRA RETENIDA		MUESTRA ACUMULADA		MUESTRA PASANTE		M. F. -
		gramos	%	gramos	%	gramos	%	
2489	19	0.000	0.000	0.000	0.000	1738.000	100.000	<b>2.28</b>
	12.5	0.000	0.000	0.000	0.000	1738.000	100.000	
	9.5	0.000	0.000	0.000	0.000	1738.000	100.000	
	4.75	0.000	0.000	0.000	0.000	1738.000	100.000	
	2.36	0.000	0.000	0.000	0.000	1738.000	100.000	
	1.18	460.000	26.467	460.000	26.467	1278.000	73.533	
	0.600	417.000	23.993	877.000	50.460	861.000	49.540	
	0.300	342.000	19.678	1219.000	70.138	519.000	29.862	
	0.150	194.000	11.162	1413.000	81.300	325.000	18.700	
	0.075	199.000	11.450	1612.000	92.750	126.000	7.250	
	FONDO	126.000	7.250	1738.000	100.000	0.000	0.000	
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>					
		1738.000	100					

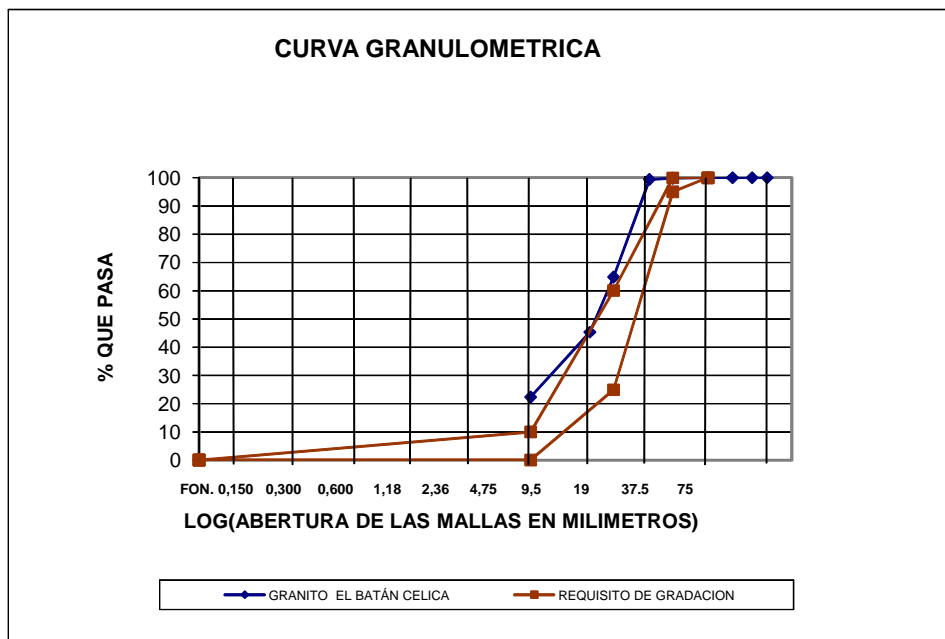
PESO DE MUESTRA ELIMINADA: 751.000

PORCENTAJE DE CORRECIÓN: 30.173





<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA GRAVA</b>								
<b>MATERIAL:</b>		GRAVA						
<b>PROCEDENCIA:</b>		GRANITO EL BATÁN CELICA						
<b>SITIO:</b>		CELICA						
<b>FECHA:</b>		17/05/2010			<b>OPERADOR:</b> david reyes			
PESO IN gramos	TAMIZ mm	MUESTRA RETENIDA		MUESTRA ACUMULADA		MUESTRA PASANTE		T.M. mm
		gramos	%	gramos	%	gramos	%	
5102	75	0	0.000	0.000	0.000	5102.000	100.000	<b>12.5</b>
	63	0	0.000	0.000	0.000	5102.000	100.000	
	50	0	0.000	0.000	0.000	5102.000	100.000	
	37.5	0	0.000	0.000	0.000	5102.000	100.000	
	25	11	0.216	11.000	0.216	5091.000	99.784	
	19	23	0.451	34.000	0.666	5068.000	99.334	<b>M.F.</b>
	12.500	1761	34.516	1795.000	35.182	3307.000	64.818	<b>6.33</b>
	9.500	992	19.443	2787.000	54.626	2315.000	45.374	
	4.750	1174	23.011	3961.000	77.636	1141.000	22.364	
	FONDO	1141	22.364	5102.000	100.000	0.000	0.000	
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>					
		5102	100					





## **B. DE LOS HORMIGONES**

---





## B.1 Dosificaciones

### B.1.1 Cuarcita: $f'c = 500 \text{ Kg/cm}^2$

<b>DISEÑO DE HORMIGÓN 500 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI</b>	
DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES	
Descripción	Valor
Densidad Real del Cemento	3 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Arena en estado SSS	2.8 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Grava en estado SSS	2.8 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Suelto	1.6 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Suelto	1.4 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Compactado	1.9 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Compactado	1.7 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de finura de la Arena	2.33
Módulo de finura de la Grava	6.84
Tamaño máximo nominal del árido grueso	25 mm
Capacidad de Absorción de la Arena	1.77 %
Capacidad de Absorción de la Grava	0.71 %
Resistencia a los 28 días	500 Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto con aire incorporado (S), sin aire incorporado (N)	N
PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ Nº 4 EN GRAVA	14.74 %

	600 Kg/cm <sup>2</sup>
RESISTENCIA REQUERIDA MEDIDA	0.25
RELACIÓN AGUA CEMENTO	75 - 100
CANTIDAD DE AGUA ( Kg/m <sup>3</sup> ) DE CONCRETO	193 Kg/m <sup>3</sup>
CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO EN CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO	1.5 %
CANTIDAD DE CEMENTO	772 Kg/m <sup>3</sup>
	<b>710 dm<sup>3</sup></b>
VOLUMEN APARENTE DE ÁRIDO GRUESO	436.1 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE CEMENTO	256.48 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AIRE	15 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE ARENA	99.42 dm <sup>3</sup>
PESO DE LA GRAVA	1238.96 Kg
PESO DE LA ARENA	274.2 Kg
VOLUMEN APARENTE DE ARENA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.18 m <sup>3</sup>
VOLUMEN APARENTE DE GRAVA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.86 m <sup>3</sup>
VOLÚMEN TOTAL DE ÁRIDOS POR m <sup>3</sup>	1.04 m <sup>3</sup>



**RESUMEN DE DOSIFICACION**

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m3	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm3 POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	% HUMEDAD	AGUA EN %	AGUA EN PESO
CEMENTO	772.00	772.00	1.00	50	50	1			
AGUA	193.00	193.00	0.25	12.50	12.50	12.50			-10.14
ARENA	274.20	456.82	0.59	29.59	19.08	0.53	0.32	-1.45	-3.98
GRAVA	1238.96	1056.34	1.37	68.42	47.31	1.32	0.21	-0.50	-6.16
TOTAL	2478.16	2478.16							

**DISEÑO DE HORMIGÓN 500 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI**

**RESUMEN DE DOSIFICACIÓN**

**PROYECTO :** DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES **FECHA:** 14/04/2010 **MATERIAL:** CUARCITA DE SAUCES NORTE

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m3	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm3 POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	DOSIFICACIÓN PARA 1m3
CEMENTO	772.00	772.00	1.00	50	50	1	15.44 sacos
AGUA	203.14	203.14	0.26	13.16	13.16	13.16	203.14 litros
ARENA	270.22	451.94	0.59	29.27	18.87	0.53	0.291 m3
GRAVA	1232.80	1051.09	1.36	68.00	47.03	1.31	0.727 m3
TOTAL	2478.16	2478.16					

**DOSIFICACIÓN:** 1 : 05 : 1  
**MEDIDAS DE PARIGUELA EN cm.** 33 X 33 X 33





### B.1.2 Cuarcita: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

<b>DISEÑO DE HORMIGÓN 210 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI</b>	
<b>PROYECTO: DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES</b>	
Descripción	Valor
Densidad Real del Cemento	3 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Arena en estado SSS	2.8 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Grava en estado SSS	2.8 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Suelto	1.6 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Suelto	1.4 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Compactado	1.9 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Compactado	1.7 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de finura de la Arena	2.33
Módulo de finura de la Grava	6.84
Tamaño máximo nominal del árido grueso	25 mm
Capacidad de Absorción de la Arena	1.77 %
Capacidad de Absorción de la Grava	0.71 %
Resistencia a los 28 días	210 Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto con aire incorporado (S), sin aire incorporado (N)	N
PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ Nº 4 EN GRAVA	14.74 %
<b>MEDIDAS DE LA PARIGUELA</b>	LARGO 33 cm
	ANCHO 33 cm
	PROFUNDIDAD 33 cm
RESISTENCIA REQUERIDA MEDIDA	
RELACIÓN AGUA CEMENTO	294 Kg/cm <sup>2</sup>
	0.684
ASENTAMIENTO	75 - 100
CANTIDAD DE AGUA ( Kg/m <sup>3</sup> ) DE CONCRETO	193 Kg/m <sup>3</sup>
CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO EN CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO	1.5 %
VOLUMEN APARENTE DE ÁRIDO GRUESO	282 Kg/m <sup>3</sup>
	<b>717 dm<sup>3</sup></b>
VOLUMEN REAL DEL ÁRIDO GRUESO	440.4 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE CEMENTO	93.74 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AIRE	15 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE ARENA	257.86 dm <sup>3</sup>
PESO DE LA GRAVA	1251.18 Kg
PESO DE LA ARENA	711.18 Kg
VOLUMEN APARENTE DE ARENA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.46 m <sup>3</sup>
VOLUMEN APARENTE DE GRAVA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.87 m <sup>3</sup>
VOLÚMEN TOTAL DE ÁRIDOS POR m <sup>3</sup>	1.33 m <sup>3</sup>



**RESUMEN DE DOSIFICACION**

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m3	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm3 POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	% HUMEDAD	AGUA EN %	AGUA EN PESO
CEMENTO	282.16	282.16	1.00	50	50	1			
AGUA	193.00	193.00	0.68	34.20	34.20	34.20			-16.54
ARENA	711.18	895.60	3.17	158.70	102.32	2.85	0.32	-1.45	-10.32
GRAVA	1251.18	1066.76	3.78	189.03	130.73	3.64	0.21	-0.50	-6.22
TOTAL	2437.52	2437.52							

**DISEÑO DE HORMIGÓN 210 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI**

**RESUMEN DE DOSIFICACIÓN**

**PROYECTO :** DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES **FECHA:** 14/04/2010  
**MATERIAL:** CUARCITA DE SAUCES NORTE

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m3	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm3 POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	DOSIFICACIÓN PARA 1m3
CEMENTO	282.16	282.16	1.00	50	50	1	5.6432 sacos
AGUA	209.54	209.54	0.74	37.13	37.13	37.13	209.54 litros
ARENA	700.86	884.36	3.13	156.71	101.04	2.81	0.570 m3
GRAVA	1244.96	1061.46	3.76	188.00	130.01	3.62	0.734 m3
TOTAL	2437.52	2437.52					

**DOSIFICACIÓN: 1 : 3 : 4**

**MEDIDAS DE PARIGUELA EN cm. 33 X 33 X 33**



### B.1.3 Riolita $f'c = 500 \text{ Kg/cm}^2$

## DISEÑO DE HORMIGÓN 500 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI

PROYECTO: **DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACION EN EDIFICACIONES**      FECHA: **15/05/2010**

SOLICITADO: **David Reyes**

Densidad Real del Cemento	3.01 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Arena en estado SSS	2.468 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Grava en estado SSS	2.447 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Suelto	1.389 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Suelto	1.337 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Compactado	1.633 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Compactado	1.578 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de finura de la Arena	2.98
Módulo de finura de la Grava	6.23
Tamaño máximo nominal del árido grueso	12.5 mm
Capacidad de Absorción de la Arena	5.06 %
Capacidad de Absorción de la Grava	3.07 %
Resistencia a los 28 días	500 Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto con aire incorporado (S), sin aire incorporado (N)	N
PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ Nº 4 EN GRAVA	31.15 %
	LARGO 33 cm
MEDIDAS DE LA PARIGUELA	ANCHO 33 cm
RESISTENCIA REQUERIDA MEDIDA	PROFUNDIDAD 33 cm
RELACIÓN AGUA CEMENTO	
	600 Kg/cm <sup>2</sup>
	0.25   VIG <sup>A</sup>
ASENTAMIENTO	75 - 100
CANTIDAD DE AGUA ( Kg/m <sup>3</sup> ) DE CONCRETO	216 Kg/m <sup>3</sup>
CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO EN CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	2.5 %
VOLUMEN APARENTE DE ÁRIDO GRUESO	
CANTIDAD DE CEMENTO	864 Kg/m <sup>3</sup>
	532 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN REAL DEL ÁRIDO GRUESO	343.07 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE CEMENTO	287.04 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AIRE	25 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE ARENA	128.89 dm <sup>3</sup>
PESO DE LA GRAVA	839.49 Kg
PESO DE LA ARENA	318.1 Kg
VOLUMEN APARENTE DE ARENA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.23 m <sup>3</sup>
VOLUMEN APARENTE DE GRAVA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.63 m <sup>3</sup>
VOLUMEN TOTAL DE ÁRIDOS POR m <sup>3</sup>	0.86 m <sup>3</sup>



**RESUMEN DE DOSIFICACIÓN**

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m <sup>3</sup>	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm <sup>3</sup> POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	% HUMEDAD	AGUA EN %	AGUA EN PESO
CEMENTO	864.00	864.00	1.00	50	50	1			
AGUA	216.00	216.00	0.25	12.50	12.50	12.50			-37.14
ARENA	318.10	579.60	0.67	33.54	24.15	0.67	0.48	-4.58	-14.57
GRAVA	839.49	577.99	0.67	33.45	25.02	0.70	0.38	-2.69	-22.57
TOTAL	2237.59	2237.59							

**DISEÑO DE HORMIGÓN 500 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI**

**RESUMEN DE DOSIFICACIÓN**

DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON <b>PROYECTO :</b> EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACION EN EDIFICACIONES					<b>FECHA:</b> 15/05/2010		
					<b>MATERIAL:</b> RIOLITA DE GUAYABAL		
MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m <sup>3</sup>	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm <sup>3</sup> POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	DOSIFICACIÓN PARA 1m <sup>3</sup>
CEMENTO	864.00	864.00	1.00	50	50	1	17.28 sacos
AGUA	253.14	253.14	0.29	14.65	14.65	14.65	253.14 litros
ARENA	303.53	558.00	0.65	32.29	23.25	0.65	0.402 m <sup>3</sup>
GRAVA	816.92	562.45	0.65	32.50	24.31	0.68	0.421 m <sup>3</sup>
TOTAL	2237.59	2237.59					

**DOSIFICACIÓN:** **1 : 0.7 : 0.7**  
**MEDIDAS DE PARIGUELA EN cm.** **33 X 33 X 33**



## B.1.4 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

### DISEÑO DE HORMIGÓN 210 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI

PROYECTO: **DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE**      FECHA: **15/05/2010**

SOLICITADO: **David Reyes**

Densidad Real del Cemento	3.01 gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad Real de la Arena en estado SSS	2.468 gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad Real de la Grava en estado SSS	2.447 gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad Aparente de la Arena en estado Suelto	1.389 gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad Aparente de la Grava en estado Suelto	1.337 gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad Aparente de la Arena en estado Compactado	1.633 gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad Aparente de la Grava en estado Compactado	1.578 gr/cm <sup>3</sup>	
Módulo de finura de la Arena	2.98	
Módulo de finura de la Grava	6.23	
Tamaño máximo nominal del árido grueso	12.5 mm	
Capacidad de Absorción de la Arena	5.06 %	
Capacidad de Absorción de la Grava	3.07 %	
Resistencia a los 28 días	210 Kg/cm <sup>2</sup>	
Concreto con aire incorporado (S), sin aire incorporado (N)	N	
PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ Nº 4 EN GRAVA	31.15 %	
MEDIDAS DE LA PARIGUELA	LARGO	33 cm
	ANCHO	33 cm
	PROFUNDIDAD	33 cm

RESISTENCIA REQUERIDA MEDIDA	294 Kg/cm <sup>2</sup>
RELACIÓN AGUA CEMENTO	0.684
ASENTAMIENTO	75 - 100
CANTIDAD DE AGUA ( Kg/m <sup>3</sup> ) DE CONCRETO	216 Kg/m <sup>3</sup>
CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO EN CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO	2.5 %
CANTIDAD DE CEMENTO	315.79 Kg/m <sup>3</sup>
VOLUMEN APARENTE DE ÁRIDO GRUESO	532 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN REAL DEL ÁRIDO GRUESO	343.07 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE CEMENTO	104.91 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AIRE	25 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE ARENA	311.02 dm <sup>3</sup>
PESO DE LA GRAVA	839.49 Kg
PESO DE LA ARENA	767.6 Kg
VOLUMEN APARENTE DE ARENA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.55 m <sup>3</sup>
VOLUMEN APARENTE DE GRAVA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.63 m <sup>3</sup>
VOLUMEN TOTAL DE ÁRIDOS POR m <sup>3</sup>	1.18 m <sup>3</sup>



### RESUMEN DE DOSIFICACIÓN

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m <sup>3</sup>	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm <sup>3</sup> POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	% HUMEDAD	AGUA EN %	AGUA EN PESO
CEMENTO	315.79	315.79	1.00	50	50	1			
AGUA	216.00	216.00	0.68	34.20	34.20	34.20			-57.72
ARENA	767.60	1029.10	3.26	162.94	117.31	3.26	0.48	-4.58	-35.15
GRAVA	839.49	577.99	1.83	91.51	68.45	1.90	0.38	-2.69	-22.57
TOTAL	2138.88	2138.88							

## DISEÑO DE HORMIGÓN 210 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI

### RESUMEN DE DOSIFICACIÓN

DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON <b>PROYECTO :</b> EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACION EN EDIFICACIONES						<b>FECHA:</b>	15/05/2010
						<b>MATERIAL:</b>	RIOLITA DE GUAYABAL
MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m <sup>3</sup>	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm <sup>3</sup> POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	DOSIFICACIÓN PARA 1m <sup>3</sup>
CEMENTO	315.79	315.79	1.00	50	50	1	6.3158 sacos
AGUA	273.72	273.72	0.87	43.34	43.34	43.34	273.72 litros
ARENA	732.45	986.92	3.13	156.26	112.50	3.13	0.711 m <sup>3</sup>
GRAVA	816.92	562.45	1.78	89.00	66.57	1.85	0.421 m <sup>3</sup>
TOTAL	2138.88	2138.88					

**DOSIFICACIÓN:**  
**MEDIDAS DE PARIGUELA EN cm.**

**1 : 3 : 2**  
**33 X 33 X 33**



### B.1.5 $f'c = 500 \text{ Kg/cm}^2$

## DISEÑO DE HORMIGÓN 500 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI

PROYECTO: **DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACION EN EDIFICACIONES** FECHA: **17/05/2010**

SOLICITADO: **DAVID REYES**

Densidad Real del Cemento	3.01 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Arena en estado SSS	2.688 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Grava en estado SSS	2.719 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Suelto	1.623 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Suelto	1.588 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Compactado	1.87 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Compactado	1.754 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de finura de la Arena	2.28
Módulo de finura de la Grava	6.33
Tamaño máximo nominal del árido grueso	12.5 mm
Capacidad de Absorción de la Arena	2.15 %
Capacidad de Absorción de la Grava	0.77 %
Resistencia a los 28 días	500 Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto con aire incorporado (S), sin aire incorporado (N)	N
PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ N° 4 EN GRAVA	22.36 %
	LARGO 33 cm
MEDIDAS DE LA PARIGUELA	ANCHO 33 cm
RESISTENCIA REQUERIDA MEDIDA	PROFUNDIDAD 33 cm
RELACIÓN AGUA CEMENTO	

**600 Kg/cm<sup>2</sup>**

VIGAS Y MUROS REFORZ

ASENTAMIENTO	75 - 100
CANTIDAD DE AGUA ( Kg/m <sup>3</sup> ) DE CONCRETO	216 Kg/m <sup>3</sup>
CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO EN CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO	2.5 %
VOLUMEN APARENTE DE ÁRIDO GRUESO	864 Kg/m <sup>3</sup>
CANTIDAD DE CEMENTO	590 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN REAL DEL ÁRIDO GRUESO	380.6 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE CEMENTO	287.04 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AIRE	25 dm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE ARENA	91.36 dm <sup>3</sup>
PESO DE LA GRAVA	1034.85 Kg
PESO DE LA ARENA	245.58 Kg
VOLUMEN APARENTE DE ARENA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.15 m <sup>3</sup>
VOLUMEN APARENTE DE GRAVA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO	0.65 m <sup>3</sup>
VOLÚMEN TOTAL DE ÁRIDOS POR m <sup>3</sup>	0.8 m <sup>3</sup>



### RESUMEN DE DOSIFICACIÓN

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m <sup>3</sup>	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm <sup>3</sup> POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	% HUMEDAD	AGUA EN %	AGUA EN PESO
CEMENTO	864.00	864.00	1.00	50	50	1			
AGUA	216.00	216.00	0.25	12.50	12.50	12.50			-8.70
ARENA	245.58	476.97	0.55	27.60	17.01	0.47	0.39	-1.76	-4.33
GRAVA	1034.85	803.46	0.93	46.50	29.28	0.81	0.35	-0.42	-4.37
TOTAL	2360.43	2360.43							

### DISEÑO DE HORMIGÓN 500 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI

### RESUMEN DE DOSIFICACIÓN

**PROYECTO :** DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACION EN EDIFICACIONES **FECHA:** 17/05/2010

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m <sup>3</sup>	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm <sup>3</sup> POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	DOSIFICACIÓN PARA 1m <sup>3</sup>
CEMENTO	864.00	864.00	1.00	50	50	1	17.28 sacos
AGUA	224.70	224.70	0.26	13.00	13.00	13.00	224.70 litros
ARENA	241.25	471.66	0.55	27.30	16.82	0.47	0.291 m <sup>3</sup>
GRAVA	1030.48	800.07	0.93	46.50	29.28	0.81	0.504 m <sup>3</sup>
TOTAL	2360.43	2360.43					

**DOSIFICACIÓN:** **1 : 0.5 : 0.8**  
**MEDIDAS DE PARIGUELA EN cm.** **33 X 33 X 33**





## B.1.6 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

### DISEÑO DE HORMIGÓN 210 Kg/cm<sup>2</sup> MÉTODO ACI

PROYECTO: **DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACION EN EDIFICACIONES**      FECHA: **17/05/2010**

SOLICITADO: **david reyes**

Densidad Real del Cemento	3.01	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Arena en estado SSS	2.688	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Real de la Grava en estado SSS	2.719	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Suelto	1.623	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Suelto	1.588	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Arena en estado Compactado	1.87	gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente de la Grava en estado Compactado	1.754	gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de finura de la Arena	2.28	
Módulo de finura de la Grava	6.33	
Tamaño máximo nominal del árido grueso	12.5	mm
Capacidad de Absorción de la Arena	2.15	%
Capacidad de Absorción de la Grava	0.77	%
Resistencia a los 28 días	210	Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto con aire incorporado (S), sin aire incorporado (N)	N	
PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ N° 4 EN GRAVA	22.36	%
		33 cm
<b>MEDIDAS DE LA PARIHUELA</b>	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>
		33 cm
<b>RESISTENCIA REQUERIDA MEDIDA</b>		<b>33 cm</b>
		<b>33 cm</b>
<b>RELACIÓN AGUA CEMENTO</b>		<b>294 Kg/cm<sup>2</sup></b>
		<b>0.684</b>
<b>ASENTAMIENTO</b>		<b>75 - 100</b>
<b>CANTIDAD DE AGUA ( Kg/m<sup>3</sup>) DE CONCRETO</b>		<b>216 Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO EN CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO</b>		<b>2.5 %</b>
<b>VOLUMEN APARENTE DE ÁRIDO GRUESO</b>		<b>315.79 Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>CANTIDAD DE CEMENTO</b>		<b>542 dm<sup>3</sup></b>
<b>VOLUMEN REAL DEL ÁRIDO GRUESO</b>		<b>349.64 dm<sup>3</sup></b>
<b>VOLUMEN DE CEMENTO</b>		<b>104.91 dm<sup>3</sup></b>
<b>VOLUMEN DE AIRE</b>		<b>25 dm<sup>3</sup></b>
<b>VOLUMEN DE ARENA</b>		<b>304.45 dm<sup>3</sup></b>
<b>PESO DE LA GRAVA</b>		<b>950.67 Kg</b>
<b>PESO DE LA ARENA</b>		<b>818.36 Kg</b>
<b>VOLUMEN APARENTE DE ARENA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO</b>		<b>0.5 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUMEN APARENTE DE GRAVA EN ESTADO SUELTO POR METRO CÚBICO</b>		<b>0.6 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLÚMEN TOTAL DE ÁRIDOS POR m<sup>3</sup></b>		<b>1.1 m<sup>3</sup></b>



### RESUMEN DE DOSIFICACIÓN

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m <sup>3</sup>	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm <sup>3</sup> POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	% HUMEDAD	AGUA EN %	AGUA EN PESO
CEMENTO	315.79	315.79	1.00	50	50	1			
AGUA	216.00	216.00	0.68	34.20	34.20	34.20			-18.46
ARENA	818.36	1030.93	3.26	163.23	100.57	2.80	0.39	-1.76	-14.44
GRAVA	950.67	738.10	2.34	116.87	73.59	2.05	0.35	-0.42	-4.01
TOTAL	2300.82	2300.82							

### RESUMEN DE DOSIFICACIÓN

**PROYECTO :** DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES **FECHA:** 17/05/2010

MATERIALES	DOSIF. EN PESO Kg/m <sup>3</sup>	DOSIF. CORREGIDA POR M.F.	DOSIF. UNITARIA	DOSIF. EN Kg. POR SACO	DOSIF. EN dm <sup>3</sup> POR SACO	DOSIF. EN PARIGUELAS	DOSIFICACIÓN PARA 1m <sup>3</sup>
CEMENTO	315.79	315.79	1.00	50	50	1	6.3158 sacos
AGUA	234.46	234.46	0.74	37.12	37.12	37.12	234.46 litros
ARENA	803.92	1015.59	3.22	160.80	99.08	2.76	0.626 m <sup>3</sup>
GRAVA	946.66	734.98	2.33	116.50	73.36	2.04	0.463 m <sup>3</sup>
TOTAL	2300.82	2300.82					

**DOSIFICACIÓN:**  
**MEDIDAS DE PARIHUELA EN cm.**

**1 : 3 : 2**  
**33 X 33 X 33**



## B.2 Resistencias a la compresión

### B.2.1 Cilindros $f'c = 500 \text{ kgf/cm}^2$



**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS**

<b>PROYECTO:</b>	Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones		
<b>UBICACIÓN:</b>	Provincia de Loja	<b>FECHA:</b>	21-may-10

**REPORTE DE RESULTADOS:**

Nº CILINDRO	AGREGADO UTILIZADO	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	DIÁMETRO cm.	AREA cm2	CARGA Kg.	RESISTENCIA Kg/cm2	Rango de Aceptacion	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm2
		23-abr-10	28	21-may-10						
1	CUARCITA				15.04	177.66	90278	<b>508.16</b>		
2	CUARCITA				15.02	177.19	79034	446.05	6.12%	524.71
3	CUARCITA				14.94	175.30	94886	<b>541.26</b>		
		20-may-10	28	17-jun-10						
1	RIOLITA				15.34	184.82	90563.496	490.02		
2	RIOLITA				15.34	184.82	81582.582	441.42	6.48%	474.15
3	RIOLITA				15.22	181.94	83376.726	458.27		
		4-jun-10	28	2-jul-10						
1	GRANITO				15.28	183.37	93652.278	510.72		
2	GRANITO				15.25	182.65	91776.582	502.46	1.62%	506.59
3	GRANITO				15.33	184.58	89462.544	484.69		



### B.2.1 Cilindros $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$



#### UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS

<b>PROYECTO:</b>	Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones		
<b>UBICACIÓN:</b>	Provincia de Loja	<b>FECHA:</b>	21-may-10

#### REPORTE DE RESULTADOS:

Nº CILINDRO	AGREGADO UTILIZADO	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	DIÁMETRO cm.	AREA cm2	CARGA Kg.	RESISTENCIA Kg/cm2	Rango de Aceptacion	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm2
1	CUARCITA	23-abr-10	28	21-may-10	15.27	183.13	43080	<b>235.24</b>	0.23%	235.51
2	CUARCITA				15.14	180.03	42448	<b>235.78</b>		
3	CUARCITA				15.22	181.94	41337	227.20		
1	RIOLITA	20-may-10	28	17-jun-10	15.24	182.41	38798.364	<b>212.69</b>	4.21%	217.37
2	RIOLITA				15.18	180.98	40184.748	<b>222.04</b>		
3	RIOLITA				15.26	182.89	36779.952	201.10		
1	GRANITO	4-jun-10	28	2-jul-10	15.06	178.13	42386.652	<b>237.95</b>	3.22%	234.12
2	GRANITO				15.06	178.13	41020.656	<b>230.28</b>		
3	GRANITO				15.02	177.19	44099.244	248.89		



**B.2.33 Cubos  $f'c = 500 \text{ kgf/cm}^2$**



**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CUBOS DE HAR**

<b>PROYECTO:</b>	Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones		
<b>UBICACIÓN:</b>	Provincia de Loja	<b>FECHA:</b>	21-may-10

**REPORTE DE RESULTADOS:**

Nº CUBO	AGREGADO UTILIZADO	FECHA ROTURA	LADO cm.	AREA cm2	CARGA Kgf.	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA REQUERIDA Kgf/cm <sup>2</sup>
	<b>Cuarcita</b>	21-may-10						
1	Cuarcita		5.12	26.21	12987	495.42	560.88	500.00
2	Cuarcita		5.12	26.21	13578	517.98		
3	Cuarcita		5.12	26.21	17544	669.25		
	<b>Riolita</b>	17-jun-10						
1	Riolita		5.12	26.21	12070	460.42	497.49	500.00
2	Riolita		5.12	26.21	13986	533.53		
3	Riolita		5.12	26.21	13069	498.53		
	<b>Granito</b>	2-jul-10						
1	Granito		5.12	26.21	12875	491.14	515.51	500.00
2	Granito		5.12	26.21	14741	562.31		
3	Granito		5.12	26.21	12926	493.09		



### B.3 Análisis de Precios

#### B.3.1 Cuarcita: f'c = 500 Kg/cm<sup>2</sup>



#### UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

PROYECTO: DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES

Hoja 1 de 6

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Hormigon Simple f'c = 500 kg/cm<sup>2</sup> CÓDIGO: 001  
AGREGADOS: Cuarcita de Sauces Norte UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO / HORA	COSTO
Herramienta menor (5.00% M.O.)					1.930
Concretera	1	6	6	0.5	12
Vibrador	1	6	6	0.5	12
SUBTOTAL (M)					25.930

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO (U/H)	COSTO
Peón	9	1.93	17.37	0.5	34.740
Albañil	1	1.93	1.93	0.5	3.860
SUBTOTAL (N)					38.600

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
ARENA	M3	0.18	14	2.475
GRAVA	M3	0.86	18	15.423
AGUA	LITRO	193.00	0.01	1.930
CEMENTO	SACO	15.44	6.9	106.536
SUBTOTAL (O)				126.364

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)				

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	190.894
INDIRECTO (20%)	229.073
COSTO TOTAL DEL RUBRO	229.073
VALOR OFERTADO	229.07

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.  
Loja, Junio del 2010



### B.3.2 Cuarcita: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$



#### UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

PROYECTO: DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES

Hoja 2 de 6

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Hormigon Simple  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CÓDIGO: 002  
AGREGADOS: Cuarcita de Sauces Norte UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO / HORA	COSTO
Herramienta menor (5.00% M.O.)					1.930
Concreteira	1	6	6	0.5	12
Vibrador	1	6	6	0.5	12
SUBTOTAL (M)					25.930

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO (U/H)	COSTO
Peón	9	1.93	17.37	0.5	34.740
Albañil	1	1.93	1.93	0.5	3.860
SUBTOTAL (N)					38.600

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
ARENA	M3	0.46	14	6.419	
GRAVA	M3	0.87	18	15.575	
AGUA	LITRO	193.00	0.01	1.930	
CEMENTO	SACO	5.64	6.9	38.938	
SUBTOTAL (O)					62.862

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	127.392
INDIRECTO (20%)	152.871
COSTO TOTAL DEL RUBRO	152.871
VALOR OFERTADO	152.87

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.  
Loja, Junio del 2010



### B.3.3 Riolita: $f'c = 500 \text{ Kg/cm}^2$



#### UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

PROYECTO: DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES

Hoja 3 de 6

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Hormigon Simple  $f'c = 500 \text{ kg/cm}^2$  CÓDIGO: 003  
AGREGADOS: Riolita de El Guayabal UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO / HORA	COSTO
Herramienta menor (5.00% M.O.)					1.930
Concretera	1	6	6	0.5	12
Vibrador	1	6	6	0.5	12
SUBTOTAL (M)					25.930

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO (U/H)	COSTO
Peón	9	1.93	17.37	0.5	34.740
Albañil	1	1.93	1.93	0.5	3.860
SUBTOTAL (N)					38.600

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
ARENA	M3	0.23	14	3.206	
GRAVA	M3	0.63	18	11.302	
AGUA	LITRO	216.00	0.01	2.160	
CEMENTO	SACO	17.28	6.9	119.232	
SUBTOTAL (O)					135.900

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)				

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	200.430
INDIRECTO (20%)	240.516
COSTO TOTAL DEL RUBRO	240.516
VALOR OFERTADO	<b>240.52</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.  
Loja, Junio del 2010





### B.3.4 Riolita: f'c = 210 Kgf/cm<sup>2</sup>



#### UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

PROYECTO: DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES

Hoja 4 de 6

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Hormigon Simple f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>      CÓDIGO: 004  
AGREGADOS: Riolita de El Guayabal      UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO / HORA	COSTO
Herramienta menor (5.00% M.O.)					1.930
Concreteira	1	6	6	0.5	12
Vibrador	1	6	6	0.5	12
SUBTOTAL (M)					25.930

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO (U/H)	COSTO
Peón	9	1.93	17.37	0.5	34.740
Albañil	1	1.93	1.93	0.5	3.860
SUBTOTAL (N)					38.600

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
ARENA	M3	0.55	14	7.737	
GRAVA	M3	0.63	18	11.302	
AGUA	LITRO	216.00	0.01	2.160	
CEMENTO	SACO	6.32	6.9	43.579	
SUBTOTAL (O)					64.778

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	129.308
INDIRECTO (20%)	155.169
COSTO TOTAL DEL RUBRO	155.169
VALOR OFERTADO	155.17

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.  
Loja, Junio del 2010



### B.3.5 Granito: f'c = 500 Kg/cm<sup>2</sup>



PROYECTO:

#### UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES  
Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES

Hoja 5 de 6

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:** Hormigon Simple f'c = 500 kg/cm<sup>2</sup> **CÓDIGO:** 005  
**AGREGADOS:** Granito de El Batan **UNIDAD:** M3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO / HORA	COSTO
Herramienta menor (5.00% M.O.)					1.930
Concretera	1	6	6	0.5	12
Vibrador	1	6	6	0.5	12
SUBTOTAL (M)					25.930

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO (U/H)	COSTO
Peón	9	1.93	17.37	0.5	34.740
Albañil	1	1.93	1.93	0.5	3.860
SUBTOTAL (N)					38.600

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
ARENA	M3	0.15	14	2.118	
GRAVA	M3	0.65	18	11.730	
AGUA	LITRO	216.00	0.01	2.160	
CEMENTO	SACO	17.28	6.9	119.232	
SUBTOTAL (O)					135.240

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	199.770
INDIRECTO (20%)	239.724
COSTO TOTAL DEL RUBRO	239.724
VALOR OFERTADO	239.72

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.  
Loja, Junio del 2010



### B.3.6 Granito: f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>



PROYECTO:

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES  
Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES

Hoja 6 de 6

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Hormigon Simple f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> CÓDIGO: 006  
AGREGADOS: Granito de El Batan UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO / HORA	COSTO
Herramienta menor (5.00% M.O.)					1.930
Concreteira	1	6	6	0.5	12
Vibrador	1	6	6	0.5	12
SUBTOTAL (M)					25.930

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO (U/H)	COSTO
Peón	9	1.93	17.37	0.5	34.740
Albañil	1	1.93	1.93	0.5	3.860
SUBTOTAL (N)					38.600

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
ARENA	M3	0.50	14	7.059	
GRAVA	M3	0.60	18	10.776	
AGUA	LITRO	216.00	0.01	2.160	
CEMENTO	SACO	6.32	6.9	43.579	
SUBTOTAL (O)					63.574

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)				

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	128.104
INDIRECTO (20%)	153.725
COSTO TOTAL DEL RUBRO	153.725
VALOR OFERTADO	153.72

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.  
Loja, Junio del 2010



### B.3.7 Cantera Local: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$



#### UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

PROYECTO: DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE AGREGADOS ESPECIALES Y SU APLICACIÓN EN EDIFICACIONES

Hoja 6A de 6

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Hormigon Simple  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CÓDIGO: 007  
AGREGADOS: Cantera del Ing Fabian Rodriguez UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO / HORA	COSTO
Herramienta menor (5.00% M.O.)					1.930
Concreteira	1	6	6	0.5	12
Vibrador	1	6	6	0.5	12
SUBTOTAL (M)					25.930

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO (U/H)	COSTO
Peón	9	1.93	17.37	0.5	34.740
Albañil	1	1.93	1.93	0.5	3.860
SUBTOTAL (N)					38.600

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
ARENA	M3	0.47	12	5.640	
GRAVA	M3	0.71	12	8.520	
AGUA	LITRO	179.00	0.01	1.790	
CEMENTO	SACO	6.00	6.9	41.400	
SUBTOTAL (O)					57.350

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					

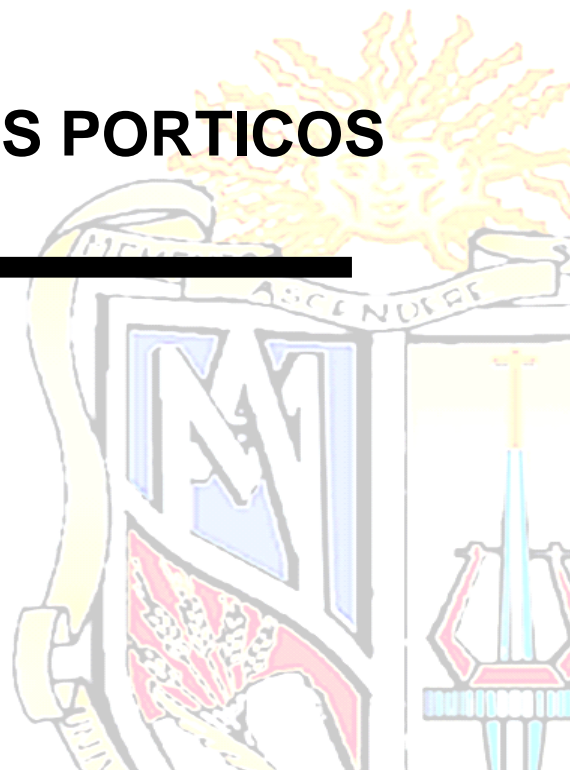
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	121.880
INDIRECTO (20%)	146.256
COSTO TOTAL DEL RUBRO	146.256
VALOR OFERTADO	<b>146.26</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.  
Loja, Junio del 2010



## C. DE LOS PORTICOS

---





**C.1 P5**

**VIGAS P5**

PRELIMINAR PARA CONDICIONES DE LIMITE DE SERVICIO				
De la tabla o del ACI 318 tenemos las alturas mínimas de vigas o losas en una dirección, a menos que se calculen las deflexiones ( 1 en mm)*				
Altura Mínima, h(mm)				
Elementos	Simplemente apoyados	Con el extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soportan o estén ligados a divisiones y otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deflexiones			
Losas macizas en una dirección	L / 20	L / 24	L / 28	L / 10
Vigas o losas nervadas en una dirección	L / 16	L / 18.5	L / 21	L / 8
Esta tabla se debe utilizar con cautela ya que la misma es extraída del código ACI 318. y es válida para particiones no frágiles, en el caso de nuestro medio se utiliza elementos de mampostería que podría considerarse frágiles, por lo tanto una tanla mas ceñida a nuestra realidad seria la tabla C.9.1 (a) publicada en la NSR 98 en la sección C.9.5				
Altura Mínima, h(mm)				
Elementos	Simplemente apoyados	Con el extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas	L / 14	L / 16	L / 19	L / 7
Vigas o losas con nervios armados en una dirección	L / 11	L / 12	L / 14	L / 5

PRELIMINAR PARA CONDICIONES DE RESISTENCIA					
$h = \frac{Ln}{\sqrt{Wu}}$		Donde: Ln = Luz de cálculo Wu = Carga repartida ultima h = altura del elemento			
Codigo ACI. 2008					
Wu = (1.2 Cm) + (1.6 Cv)					
<b>Carga Muerta:</b>			<b>Carga Viva:</b>		
Losas + acabados =	600 kg/m2				
Paredes repartidas (min) =	0 kg/m2	CV = 200		kg/m2	
CM =	600 kg/m2				
	Wu = 1040 kg/m2				
	Wu = 10400000 kg/cm2				
	4 / raiz(Wu) = 0.124034735 m				
	4 / raiz(Wu) = 12.4 cm				
	<b>h = Ln / 12.4</b>				
RESUMEN					
h = Ln / 12.4		Por resistencia			
H = Ln / 12		(para un extremo continuo ) por condiciones de servicio			
<b>12</b>					
Luz m	h_resisten cm	h_servicio cm	H_adop cm	B cm	
4.00	32.3	33.3	25	20	
Para verificar el ancho de las vigas tomamos los siguientes criterios					
Ancho de la columna = 40 cm					
B cm	H cm	Luz (Ln) m	ACI 21.3.1.2: Ln > (4*h) m	ACI 21.3.1.3: b/h > 0.3 (esbeltez)	ACI 21.3.1.4: b >= 0.3cm b < (ancho colum + (3/4 h_viga)
0.3	0.3	4.00	0.012	1.0	40.23
			ok	ok	ok



**Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones**  
**David A. Reyes A.**

**COLUMNAS P5**

a. Criterios de ductilidad en columnas

- Si  $(h_n/D) \leq 2$  Fallarán de manera frágil por fuerza cortante  
 Por lo tanto: Columna extremadamente corta
- Si  $2 < (h_n/D) < 4$  Falla frágil o falla dúctil
- Si  $(h_n/D) \geq 4$  Falla dúctil

**Se recomienda que  $(h_n/D) \geq 4$**

b. Criterios de ductilidad en columnas

Según ensayos experimentales en Japón

- Si  $n > (1/3)$  Falla frágil por aplastamiento debido a cargasaxiales excesivas
- Si  $n < (1/3)$  Falla dúctil

$$n = \frac{P}{f'_c * b * D}$$

donde:

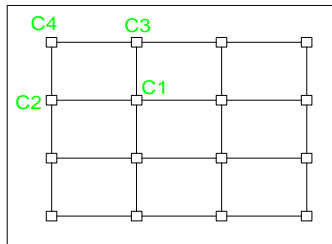
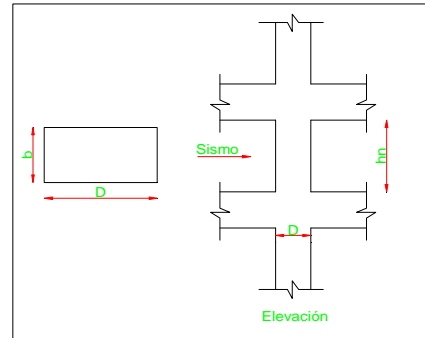
D = Dirección de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna

b = La otra dimensión de la sección de la columna

P = carga total que soporta la columna (ver tabla B.2)

n = Valor que depende del tipo de columna y se obtiene de la tabla B.2

f'c = Resistencia del concreto a la compresión simple



C1 = Columna central

C2 = Columna extrema de un pórtico principal interior

C3 = Columna extrema de un pórtico secundario interior

C4 = Columna en esquina

TABLA B.2			
Tipo C1 (para los primeros pisos)	Columna interior	$P = 1.10 * PG$	$n = 0.30$
Tipo C1 (para los 4 últimos pisos superiores)	Columna interior	$P = 1.10 * PG$	$n = 0.25$
Tipo C2, C3	Columnas extremas de pórtico interiores	$P = 1.25 * PG$	$n = 0.25$
Tipo C4	Columnas de esquina	$P = 1.50 * PG$	$n = 0.20$

**COLUMNA INTERIOR**

CARGA		
CM_losa =	600 Kg/m <sup>2</sup>	
CM_paredes repart =	200 Kg/m <sup>2</sup>	
CV =	200 Kg/m <sup>2</sup>	
Área Tributaria =	4 m <sup>2</sup>	
# pisos =	5	
P1 =	20000 kg	
PESO DE LA COLUMNA		
b_asumido =	0.3 m	
D_asumido =	0.3 m	
h_piso =	2.7 m	
# pisos =	5	
Peso Especifico H°A =	2400 Kg/m <sup>3</sup>	
P2_columnas =	2916 kg	
PG = P1 + P2_columnas =	22916 kg	
PG =	22.92 Tn	
P = 1.1*PG	(ver tabla B2 -columnas interiores)	
P =	25.2076 Tn	
n =	0.3 (ver tabla B2)	
	$n = \frac{P}{f'_c * b * D}$	
bx <sub>d</sub> =	400.12 cm <sup>2</sup>	Prediseno
bx <sub>d</sub> =	900.00 cm <sup>2</sup>	Propuesta arq.
<b>Aceptar Propuesta Arquitectonica</b>		



<b>CORTANTE BASAL P5</b>							
C =		2.76113216	>=0.5 <=3	Condición adicional			
Cm =		3		Si T > 0.7			
Cadop =		2.76113216		0.07VT =	0.24012321		
				0.25V =	1.5220741		
<b>V =</b>	<b>0.07</b>	<b>W</b>					
<b>W =</b>	<b>88.2</b>	<b>T</b>					
<b>V =</b>	<b>6.08829642</b>	<b>T</b>					
<b>Ft =</b>	<b>0</b>	<b>T</b>					
				$F_x = \frac{(V - F_t)W_x h_x}{\sum_{i=1}^n F_i w_i h_i}$		<b>DATOS</b>	
				h pisos =		2.7 m	
Datos de Etabs							
Piso	Wi(Tn)	hi(m)	wihi	Fx(Tn)	FT	Fi total (T)	Fi total (Kg)
5	17.64	13.5	238.14	2.02943214		<b>2.029</b>	<b>2029.432</b>
4	17.64	10.8	190.51	1.62354571		<b>1.624</b>	<b>1623.546</b>
3	17.64	8.1	142.88	1.21765928		<b>1.218</b>	<b>1217.659</b>
2	17.64	5.4	95.256	0.81177286		<b>0.812</b>	<b>811.773</b>
1	17.64	2.7	47.628	0.40588643		<b>0.406</b>	<b>405.886</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>88.2</b>		<b>714.42</b>	<b>6.08829642</b>		<b>6.08829642</b>	<b>6.08829642</b>





**C.2 P15**

**VIGAS P15**

PREDISEÑO PARA CONDICIONES DE LIMITE DE SERVICIO				
De la tabla o del ACI 318 tenemos las alturas mínimas de vigas o losas en una dirección, a menos que se calculen las deflexiones ( 1 en mm)*				
Altura Minima, h(mm)				
Elementos	Simplemente apoyados	Con el extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soportan o estén ligados a divisiones y otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deflexiones			
Losas macizas en una dirección	L / 20	L /24	L /28	L /10
Vigas o losas nervadas en una dirección	L / 16	L / 18.5	L / 21	L /8
Esta tabla se debe utilizar con cautela ya que la misma es extraída del código ACI 318. y es válida para particiones no frágiles, en el caso de nuestro medio se utiliza elementos de mampostería que podría considerarse frágiles, por lo tanto una tabla mas ceñida a nuestra realidad sería la tabla C.9.1 (a) publicada en la NSR 98 en la sección C.9.5				
Altura Minima, h(mm)				
Elementos	Simplemente apoyados	Con el extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas	L / 14	L /16	L /19	L /7
Vigas o losas con nervios armados en una dirección	L / 11	L / 12	L / 14	L /5

PREDISEÑO PARA CONDICIONES DE RESISTENCIA					
$h = \frac{Ln}{\left(\frac{4}{\sqrt{Wu}}\right)}$					
Donde: Ln = Luz de cálculo Wu = Carga repartida ultima h = altura del elemento					
Codigo ACI. 2008					
Wu = (1.2 Cm) + (1.6 Cv)					
<b>Carga Muerta:</b>					
Losas + acabados =	506 kg/m2				
Paredes repartidas (min) =	200 kg/m2		CV = 200	kg/m2	
CM =	706 kg/m2				
	Wu = 1167.2 kg/m2				
	Wu = 11672000 kg/cm2				
	4 / raiz(Wu) = 0.11708125 m				
	4 / raiz(Wu) = 11.7 cm				
<b>h = Ln / 11.7</b>					
RESUMEN					
h = Ln / 11.7	Por resistencia				
H = Ln / 12	(para un extremo continuo ) por condiciones de servicio				
	<b>12</b>				
Luz m	h_resisten cm	h_servicio cm	H_adop cm	B cm	
4.00	34.2	33.3	35	20	
Para verificar el ancho de las vigas tomamos los siguientes criterios					
Ancho de la columna = <b>40</b> cm					
B	H	Luz (Ln)	ACI 21.3.1.2: Ln > (4*h)	ACI 21.3.1.3: b/h > 0.3 (esbeltez)	ACI 21.3.1.4: b >= 45cm b < (ancho colum + (3/4 h_viga)
cm	cm	m	m		
45	45	4.00	1.8	1.0	73.75
			<b>ok</b>	<b>ok</b>	<b>ok</b>



**Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones**  
**David A. Reyes A.**

**COLUMNAS P15**

a. Criterios de ductilidad en columnas

- Si  $(h_n / D) \leq 2$  Fallarán de manera frágil por fuerza cortante  
 Por lo tanto: Columna extremadamente corta
- Si  $2 < (h_n / D) < 4$  Falla frágil o falla dúctil
- Si  $(h_n / D) \geq 4$  Falla dúctil

**Se recomienda que  $(h_n / D) \geq 4$**

b. Criterios de ductilidad en columnas

Según ensayos experimentales en Japón

- Si  $n > (1/3)$  Falla frágil por aplastamiento debido a cargas axiales excesivas
- Si  $n < (1/3)$  Falla dúctil

$$n = \frac{P}{f'c * b * D}$$

donde:

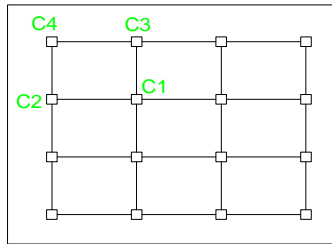
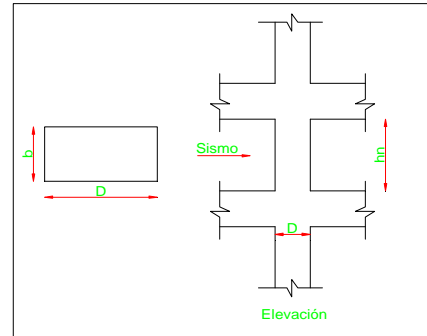
D = Dirección de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna

b = La otra dimensión de la sección de la columna

P = carga total que soporta la columna (ver tabla B.2)

n = Valor que depende del tipo de columna y se obtiene de la tabla B.2

f'c = Resistencia del concreto a la compresión simple



C1 = Columna central

C2 = Columna extrema de un pórtico principal interior

C3 = Columna extrema de un pórtico secundario interior

C4 = Columna en esquina

TABLA B.2			
Tipo C1 (para los primeros pisos)	Columna interior	$P = 1.10 * PG$	$n = 0.30$
Tipo C1 (para los 4 últimos pisos superiores)	Columna interior	$P = 1.10 * PG$	$n = 0.25$
Tipo C2, C3	Columnas extremas de pórtico interiores	$P = 1.25 * PG$	$n = 0.25$
Tipo C4	Columnas de esquina	$P = 1.50 * PG$	$n = 0.20$

COLUMNA INTERIOR		
<u>CARGA</u>		
CM_losa =	506 Kg/m2	
CM_paredes repart =	200 Kg/m2	
CV =	200 Kg/m2	
Área Tributaria =	4 m2	
# pisos =	15	
P1 =	54360 kg	
<u>PESO DE LA COLUMNA</u>		
b_asumido =	0.45 m	
D_asumido =	0.45 m	
h_piso =	2.7 m	
# pisos =	15	
Peso Especifico H <sup>o</sup> A =	2400 Kg/m3	
P2_columnas =	19683 kg	
PG = P1 + P2_columnas =	74043 kg	
PG =	74.04 Tn	
P = 1.1*PG		(ver tabla B2 -columnas interiores)
P =	81.4473 Tn	
n =	0.3 (ver tabla B2)	
	$n = \frac{P}{f'c * b * D}$	
bxd =	1292.81 cm2	Prediseno
bxd =	2025.00 cm2	Propuesta arq.
<b>Aceptar Propuesta Arquitectonica</b>		



CORTANTE BASAL P15							
C =	1.21128476	>=0.5 <=3	Condición adicional				
Cm =	3		Si T > 0.7				
Cadop =	1.21128476		0.07VT =	1.09362238			
			0.25V =	3.04108181			
<b>V =</b>	<b>0.03</b>	<b>W</b>					
<b>W =</b>	<b>401.7</b>	<b>T</b>					
<b>V =</b>	<b>12.1643272</b>	<b>T</b>	$F_x = \frac{(V - F_t)W_x h_x}{\sum_{i=1}^n F_i w_i h_i}$				
<b>Ft =</b>	<b>1.09362238</b>	<b>T</b>					
Datos de Etabs			<b>DATOS</b>		h pisos = 2.7 m		
Piso	Wi(Tn)	hi(m)	wihi	Fx(Tn)	FT	Fi total (T)	Fi total (Kg)
15	26.78	40.5	1084.6	1.38366588	<b>1.09362238</b>	<b>2.477</b>	<b>2477.288</b>
14	26.79	37.11	1012.7	1.29190372		<b>1.292</b>	<b>1291.904</b>
13	26.78	35.1	939.98	1.1991771		<b>1.199</b>	<b>1199.177</b>
12	26.78	32.4	867.67	1.1069327		<b>1.107</b>	<b>1106.933</b>
11	26.79	29.7	795.66	1.01506721		<b>1.015</b>	<b>1015.067</b>
10	26.78	27	723.06	0.92244392		<b>0.922</b>	<b>922.444</b>
9	26.78	24.3	650.75	0.83019953		<b>0.830</b>	<b>830.200</b>
8	26.79	21.6	578.66	0.7382307		<b>0.738</b>	<b>738.231</b>
7	26.78	18.9	506.14	0.64571074		<b>0.646</b>	<b>645.711</b>
6	26.78	16.2	433.84	0.55346635		<b>0.553</b>	<b>553.466</b>
5	26.79	13.5	361.67	0.46139419		<b>0.461</b>	<b>461.394</b>
4	26.78	10.8	289.22	0.36897757		<b>0.369</b>	<b>368.978</b>
3	26.78	8.1	216.92	0.27673318		<b>0.277</b>	<b>276.733</b>
2	26.79	5.4	144.67	0.18455767		<b>0.185</b>	<b>184.558</b>
1	26.78	2.7	72.306	0.09224439		<b>0.092</b>	<b>92.244</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>401.75</b>		<b>8677.11</b>	<b>11.0707048</b>		<b>12.1643272</b>	<b>12.1643272</b>



**C.3 P25**

**VIGAS P25**

PREDISEÑO PARA CONDICIONES DE LIMITE DE SERVICIO				
De la tabla o del ACI 318 tenemos las alturas mínimas de vigas o losas en una dirección, a menos que se calculen las deflexiones ( 1 en mm)*				
Altura Mínima, h(mm)				
Elementos	Simplemente apoyados	Con el extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soportan o estén ligados a divisiones y otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deflexiones			
Losas macizas en una dirección	L / 20	L / 24	L / 28	L / 10
Vigas o losas nervadas en una dirección	L / 16	L / 18.5	L / 21	L / 8
Esta tabla se debe utilizar con cautela ya que la misma es extraída del código ACI 318. y es válida para particiones no frágiles, en el caso de nuestro medio se utiliza elementos de mampostería que podría considerarse frágiles, por lo tanto una tanla mas ceñida a nuestra realidad seria la tabla C.9.1 (a) publicada en la NSR 98 en la sección C.9.5				
Altura Mínima, h(mm)				
Elementos	Simplemente apoyados	Con el extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas	L / 14	L / 16	L / 19	L / 7
Vigas o losas con nervios armados en una dirección	L / 11	L / 12	L / 14	L / 5

PREDISEÑO PARA CONDICIONES DE RESISTENCIA					
$h = \frac{Ln}{4\sqrt{Wu}}$		Donde: Ln = Luz de cálculo Wu = Carga repartida ultima h = altura del elemento			
Codigo ACI. 2008					
Wu = (1.2 Cm) + (1.6 Cv)					
<b>Carga Muerta:</b>			<b>Carga Viva:</b>		
Losas + acabados =	506 kg/m2				
Paredes repartidas (min) =	200 kg/m2		CV = 200		kg/m2
CM =	706 kg/m2				
	Wu = 1167.2 kg/m2				
	Wu = 11672000 kg/cm2				
	4 / raiz(Wu) = 0.11708125 m				
	4 / raiz(Wu) = 11.7 cm				
	<b>h = Ln / 11.7</b>				
RESUMEN					
h = Ln / 11.7	Por resistencia				
H = Ln / 12	(para un extremo continuo ) por condiciones de servicio				
	<b>12</b>				
Luz m	h_resisten cm	h_servicio cm	H_adop cm	B cm	
4.00	34.2	33.3	35	25	
Para verificar el ancho de las vigas tomamos los siguientes criterios					
Ancho de la columna = <b>40</b> cm					
B cm	H cm	Luz (Ln) m	ACI 21.3.1.2: Ln > (4*h) m	ACI 21.3.1.3: b / h > 0.3 (esbeltez)	ACI 21.3.1.4: b >= 80cm b < (ancho colum + (3/4 h_viga))
80	80	4.00	3.2	1.0	100.00
			ok	ok	ok



**Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones**  
**David A. Reyes A.**

**COLUMNAS P25**

a. Criterios de ductilidad en columnas

- Si  $(h_n / D) \leq 2$  Fallarán de manera frágil por fuerza cortante  
 Por lo tanto: Columna extremadamente corta
- Si  $2 < (h_n / D) < 4$  Falla frágil o falla dúctil
- Si  $(h_n / D) \geq 4$  Falla dúctil

**Se recomienda que  $(h_n / D) \geq 4$**

b. Criterios de ductilidad en columnas

Según ensayos experimentales en Japón

- Si  $n > (1/3)$  Falla frágil por aplastamiento debido a cargas axiales excesivas
- Si  $n < (1/3)$  Falla dúctil

$$n = \frac{P}{f'_c * b * D}$$

donde:

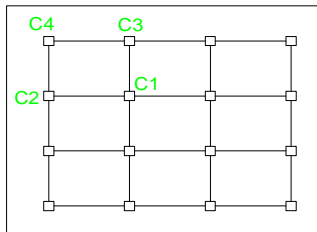
D = Dirección de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna

b = La otra dimensión de la sección de la columna

P = carga total que soporta la columna (ver tabla B.2)

n = Valor que depende del tipo de columna y se obtiene de la tabla B.2

f'c = Resistencia del concreto a la compresión simple



C1 = Columna central

C2 = Columna extrema de un pórtico principal interior

C3 = Columna extrema de un pórtico secundario interior

C4 = Columna en esquina

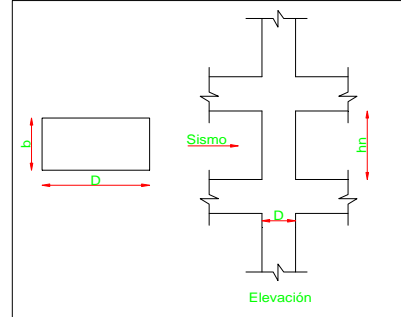


TABLA B.2			
Tipo C1 (para los primeros pisos)	Columna interior	$P = 1.10 * PG$	$n = 0.30$
Tipo C1 (para los 4 últimos pisos superiores)	Columna interior	$P = 1.10 * PG$	$n = 0.25$
Tipo C2, C3	Columnas extremas de pórtico interiores	$P = 1.25 * PG$	$n = 0.25$
Tipo C4	Columnas de esquina	$P = 1.50 * PG$	$n = 0.20$

COLUMNA INTERIOR		
<u>CARGA</u>		
CM_losa =	600 Kg/m2	
CM_paredes repart =	200 Kg/m2	
CV =	200 Kg/m2	
Área Tributaria =	4 m2	
# pisos =	25	
P1 =	100000 kg	
<u>PESO DE LA COLUMNA</u>		
b_asumido =	0.8 m	
D_asumido =	0.8 m	
h_piso =	2.7 m	
# pisos =	25	
Peso Especifico H°A =	2400 Kg/m3	
P2_columnas =	103680 kg	
PG = P1 + P2_columnas =	203680 kg	
PG =	203.68 Tn	
P = 1.1*PG	(ver tabla B2 -columnas interiores)	
P =	224.048 Tn	
n =	0.3 (ver tabla B2)	
$n = \frac{P}{f'_c * b * D}$		
bx <sub>d</sub> =	3556.32 cm2	Prediseño
bx <sub>d</sub> =	6400.00 cm2	Propuesta arq.
<b>Aceptar Propuesta Arquitectonica</b>		

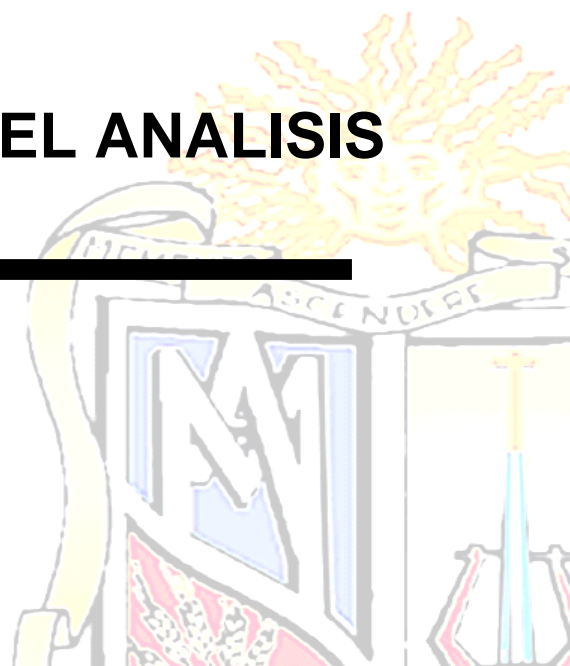


CORTANTE BASAL P25							
C =	1.21128476	>=0.5 <=3	Condición adicional				
Cm =	3		Si T > 0.7				
Cadop =	1.21128476		0.07VT =	2.51299013			
			0.25V =	6.9879775			
V =	0.03	W	$F_x = \frac{(V - F_t)W_x h_x}{\sum_{i=1}^n F_i w_i h_i}$				
W =	923.05	T					
V =	27.125191	T					
Ft =	2.51299013	T					
<b>DATOS</b>							
Datos de Etabs				h pisos = 2.7 m			
Piso	Wi(Tn)	hi(m)	wihi	Fx(Tn)	FT	Fi total (T)	Fi total (Kg)
25	36.920	67.5	2492.1	1.95683999	2.51299013	4.470	4469.830
24	36.920	64.8	2392.4	1.87856639		1.879	1878.566
23	36.920	62.1	2292.7	1.80029279		1.800	1800.293
22	36.920	59.4	2193	1.72201919		1.722	1722.019
21	36.920	56.7	2093.4	1.64374559		1.644	1643.746
20	36.920	54	1993.7	1.56547199		1.565	1565.472
19	36.920	51.3	1894	1.48719839		1.487	1487.198
18	36.920	48.6	1794.3	1.40892479		1.409	1408.925
17	36.920	45.9	1694.6	1.33065119		1.331	1330.651
16	36.920	43.2	1594.9	1.25237759		1.252	1252.378
15	36.920	40.5	1495.3	1.17410399		1.174	1174.104
14	36.920	37.11	1395.6	1.09583039		1.096	1095.830
13	36.920	35.1	1295.9	1.01755679		1.018	1017.557
12	36.920	32.4	1196.2	0.93928319		0.939	939.283
11	36.920	29.7	1096.5	0.8610096		0.861	861.010
10	36.920	27	996.84	0.782736		0.783	782.736
9	36.920	24.3	897.16	0.7044624		0.704	704.462
8	36.920	21.6	797.47	0.6261888		0.626	626.189
7	36.920	18.9	697.79	0.5479152		0.548	547.1215
6	36.920	16.2	598.1	0.4696416		0.470	469.642
5	36.920	13.5	498.42	0.391368		0.391	391.368
4	36.920	10.8	398.74	0.3130944		0.313	313.094
3	36.920	8.1	299.05	0.2348208		0.235	234.821
2	36.920	5.4	199.37	0.1565472		0.157	156.547
1	36.920	2.7	99.684	0.0782736		0.078	78.274
<b>Sumatoria</b>	<b>923</b>		<b>32397</b>	<b>25.4389199</b>		<b>27.125191</b>	<b>27.125191</b>



## D. DEL ANALISIS

---





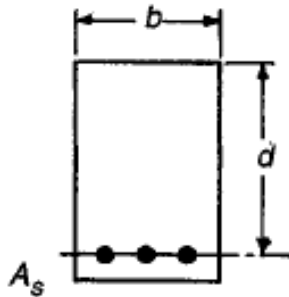
## D.1 P5 Vigas de HAR y columnas de hormigón convencional (Caso 2)

### Criterio Sismoresistente: Columnas Fuertes Vigas Débiles

1) Determinación del Mn en Vigas

(Arthur Nilson, Cap3)

1.1) Datos de la Sección y Propiedades de los materiales



b = 20 cm  
h = 25 cm  
r = 2.5 cm  
d = 21.5 cm

Fy = 4200 Kg/cm<sup>2</sup>  
f'c = 500 Kg/cm<sup>2</sup>

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f'_c}{1400}$$

$$0.65 < \beta_1 < 0.85$$

ACI 10.2.7.3

$$\beta_1 = 0.69$$

$$\rho_b = 0.042$$

$$\rho_{max} = 0.031$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{6120}{6120 + f_y} \right)$$

Arthur Nilson, Pag 77

$$M_n = 1023680.36 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_n = 10.237 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$\rho_{max} = 0.75\rho_b$$

ACI 10.3

$$M_n = \rho f_y b d^2 \left( 1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)$$

Arthur Nilson, Pag 72

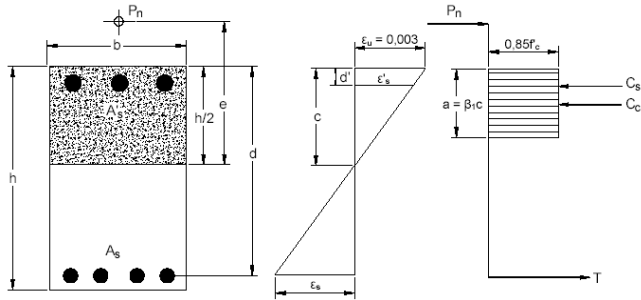
Notas:





1) Determinación del Mn en Columnas (Arthur Nilson, Cap8; Apuntes Concreto I)

1.1) Datos de la Sección y Propiedades de los materiales



b =	30	cm
h =	30	cm
r =	2.5	cm
Φest =	8	mm
Fy =	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
f'c =	210	Kg/cm <sup>2</sup>

$1\% < \rho < 8\%$

ACI 10.9.1

Asmin = 9 cm<sup>2</sup>

$$c_b = d \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y}$$

Ar... 252

Φvar =	14	mm
# de var =	6	Refuerzo OK
d1 =	4	cm
d3 =	26	cm
d2 =	15	cm

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f'c}{1400}$$

$0.65 < \beta_1 < 0.85$   
 ACI 10.2.7.3

cb = 15.42 cm

β1 = 0.85

$$a_b = \beta_1 c_b$$

Arthur Nilson, Pag 252

ab = 13.11 cm

A1 = 3.08 cm<sup>2</sup>

$A = \pi * \frac{D^2}{4}$ Area por capas de acero	# Varillas
	2
	2

A2 = 3.08 cm<sup>2</sup>

A3 = 3.08 cm<sup>2</sup>

f's1 = 4200 Kg/cm<sup>2</sup>

f's2 = 166.15 Kg/cm<sup>2</sup>

f's3 = -4200.00 Kg/cm<sup>2</sup>

$$f'_s = \epsilon_u E_s \frac{c - d'}{c} \leq f_y$$

Cuando f's = fs: Falla Balanceada

F1 = 12930.80 Kg

F2 = 511.55 Kg



$$F = A_s * f_s$$

Fuerzas de Tension

$$C = 0.85 f'_c ab$$

Arthur Nilson, Pag 252

$$M_c = Cc * \left( \frac{h}{2} - \frac{\alpha}{2} \right)$$

Arthur Nilson, Pag 250

$$M_n = \left[ 0.85 * f'_c * \beta_1 * cb \left( \frac{h}{2} - \frac{\beta_1 c}{2} \right) + \sum_{i=1}^n A_{st} * f_{st} \left( \frac{h}{2} - d_i \right) \right]$$

Arthur Nilson, Pag 250

F3= -12930.80 Kg

C = 70181.63 Kg

Mc = 592830.789 kg\*cm

M1 = 142238.749 kg\*cm

M2 = 0 kg\*cm

M3 = 142238.749 kg\*cm

Mn = 877308.287 kg\*cm

**Mn = 8.77 Ton \*m**

**Cuadro Respuesta**

<b>PORTICO P5 CASO 2</b>			
<b>Elemento</b>	<b>f'c</b>	<b>Mn</b>	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx25cm	500	10.237	No cumple condición
Columna 30cmx30cm	210	8.77	



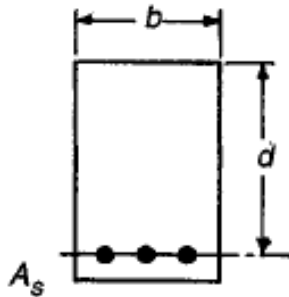
## D.2 P15 Vigas de HAR y columnas de hormigón convencional (Caso 2)

### Criterio Sismoresistente: Columnas Fuertes Vigas Débiles

1) Determinación del Mn en Vigas

(Arthur Nilson, Cap3)

1.1) Datos de la Sección y Propiedades de los materiales



b = 20 cm  
h = 30 cm  
r = 2.5 cm  
d = 26.5 cm

Fy = 4200 Kg/cm<sup>2</sup>  
f'c = 500 Kg/cm<sup>2</sup>

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f'_c}{1400}$$

$$0.65 < \beta_1 < 0.85$$

ACI 10.2.7.3

$$\beta_1 = 0.69$$

$$\rho_b = 0.042$$

$$\rho_{max} = 0.031$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{6120}{6120 + f_y} \right)$$

Arthur Nilson, Pag 77

$$M_n = 1555174.76 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_n = 15.552 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$\rho_{max} = 0.75\rho_b$$

ACI 10.3

$$M_n = \rho f_y b d^2 \left( 1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)$$

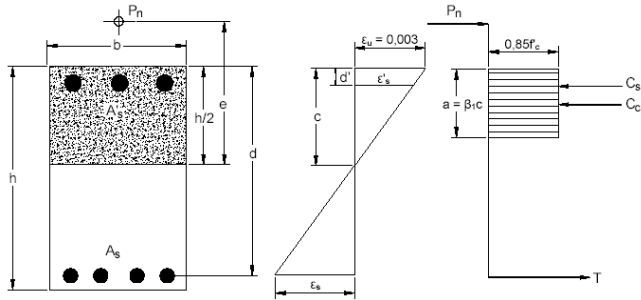
Arthur Nilson, Pag 72

Notas:



1) Determinación del Mn en Columnas (Arthur Nilson, Cap8; Apuntes Concreto I)

1.1) Datos de la Sección y Propiedades de los materiales



b =	60	cm
h =	60	cm
r =	2.5	cm
Φest =	8	mm
Fy =	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
f'c =	210	Kg/cm <sup>2</sup>

$1\% < \rho < 8\%$   
ACI 10.9.1

Asmin = 36 cm<sup>2</sup>

$$c_b = d \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y}$$

Arthur Nilson, Pag 252

Φvar =	20	mm
# de var =	12	Refuerzo OK
d1 =	4.3	cm
d3 =	55.7	cm
d2 =	30	cm

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f'c}{1400}$$

0.65 < β1 < 0.85  
ACI 10.2.7.3

cb = 33.03 cm

β1 = 0.85

$$a_b = \beta_1 c_b$$

Arthur Nilson, Pag 252

ab =	28.08	cm
A1 =	12.57	cm <sup>2</sup>
A2 =	12.57	cm <sup>2</sup>
A3 =	12.57	cm <sup>2</sup>

$$A = \pi * \frac{D^2}{4}$$

Area por capas de acero

# Varillas	4
	4
	4

f's1 =	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
f's2 =	561.65	Kg/cm <sup>2</sup>
f's3 =	-4200.00	Kg/cm <sup>2</sup>

$$f'_s = \epsilon_u E_s \frac{c - d'}{c} \leq f_y$$

Cuando f's = fs: Falla Balanceada

F1 =	52778.76	Kg
F2 =	7057.92	Kg



$$F = A_s * f_s$$

Fuerzas de Tensión

$$C = 0.85 f'_c ab$$

Arthur Nilson, Pag 252

$$M_c = Cc * \left( \frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

Arthur Nilson, Pag 250

$$M_n = \left[ 0.85 * f'_c * b * a * \left( \frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + \sum_{i=1}^n A_{s_i} * f_{s_i} * \left( \frac{h}{2} - d_i \right) \right]$$

Arthur Nilson, Pag 250

F3 = -52778.76 Kg

C = 300701.31 Kg

Mc = 4799691.12 kg\*cm

M1 = 1356414.04 kg\*cm

M2 = 0 kg\*cm

M3 = 1356414.04 kg\*cm

Mn = 7512519.21 kg\*cm

**Mn = 75.13 Ton \*m**

**Cuadro Respuesta**

PORTICO P15 CASO 2			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 20cmx30cm	500	15.552	Sí Cumple Condición
Columna 60cmx60cm	210	75.13	



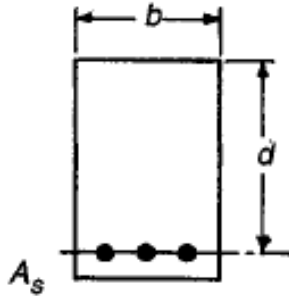
### D.3 P25 Vigas de HAR y columnas de hormigón convencional (Caso 2)

#### Criterio Sismoresistente: Columnas Fuertes Vigas Débiles

1) Determinación del Mn en Vigas

(Arthur Nilson, Cap3)

1.1) Datos de la Sección y Propiedades de los materiales



b = 25 cm

h = 35 cm

r = 2.5 cm

d = 31.5 cm

Fy = 4200 Kg/cm<sup>2</sup>

f'c = 500 Kg/cm<sup>2</sup>

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f'_c}{1400}$$

$$0.65 < \beta_1 < 0.85$$

ACI 10.2.7.3

$\beta_1 = 0.69$

$\rho_b = 0.042$

$\rho_{max} = 0.031$

Mn = 2746746.44 Kg \* cm

**Mn = 27.467 Ton \* m**

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{6120}{6120 + f_y} \right)$$

Arthur Nilson, Pag 77

$$\rho_{max} = 0.75\rho_b$$

ACI 10.3

$$M_n = \rho f_y b d^2 \left( 1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)$$

Arthur Nilson, Pag 72

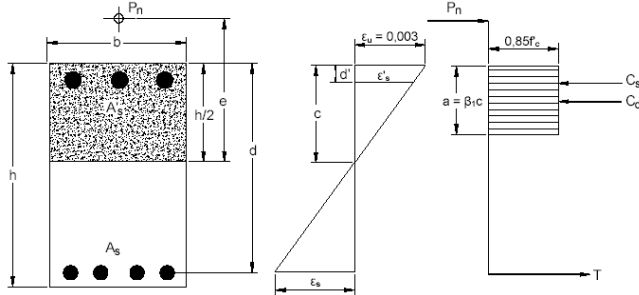
Notas:

1) Determinación del Mn en Columnas

(Arthur Nilson, Cap8; Apuntes Concreto I)



1.1) Datos de la Sección y Propiedades de los materiales



b =	80	cm
h =	80	cm
r =	2.5	cm
Φest =	8	mm
Fy =	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
f'c =	210	Kg/cm <sup>2</sup>

$1\% < \rho < 8\%$

ACI 10.9.1

Asmin =	64	cm <sup>2</sup>
Φvar =	28	mm
# de var =	12	Refuerzo OK

$$c_b = d \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y}$$

Arthur Nilson, Pag 252

d1 =	4.7	cm
d3 =	75.3	cm
d2 =	40	cm

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f'c}{1400}$$

$0.65 < \beta_1 < 0.85$   
ACI 10.2.7.3

cb =	44.65	cm
------	-------	----

β1 =	0.85
------	------

$$a_b = \beta_1 c_b$$

Arthur Nilson, Pag 252

ab =	37.96	cm
------	-------	----

A1 =	24.63	cm <sup>2</sup>
A2 =	24.63	cm <sup>2</sup>
A3 =	24.63	cm <sup>2</sup>

$$A = \pi * \frac{D^2}{4}$$

Area por capas de acero

# Varillas
4
4
4

f's1 =	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
f's2 =	637.93	Kg/cm <sup>2</sup>
f's3 =	-4200.00	Kg/cm <sup>2</sup>

$$f'_s = \epsilon_u E_s \frac{c - d'}{c} \leq f_y$$

Cuando f's = fs: Falla Balanceada

F1 =	103446.36	Kg
F2 =	15712.23	Kg
F3 =	-103446.36	Kg



$$F = A_s * f_s$$

Fuerzas de Tension

$$C = 542018.16 \text{ Kg}$$

$$C = 0.85 f'_c ab$$

Arthur Nilson, Pag 252

$$M_c = 11394182.8 \text{ kg*cm}$$

$$M_c = Cc * \left( \frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

Arthur Nilson, Pag 250

$$M_1 = 3651656.61 \text{ kg*cm}$$

$$M_2 = 0 \text{ kg*cm}$$

$$M_3 = 3651656.61 \text{ kg*cm}$$

$$M_n = \left[ 0.85 * f'_c * b * d * \left( \frac{h}{2} - \frac{R_1 c}{2} \right) + \sum_{i=1}^k A_{s_i} * f_{s_i} * \left( \frac{h}{2} - d_i \right) \right]$$

Arthur Nilson, Pag 250

$$M_n = 18697496 \text{ kg*cm}$$

$$M_n = 186.97 \text{ Ton *m}$$

**Cuadro Respuesta**

PORTICO P25 CASO 2			
Elemento	f'c	Mn	$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$
	Kg/cm <sup>2</sup>	Ton *m	
Viga 25cmx35cm	500	27.467	Si Cumple Condición
Columna 80cmx80cm	210	186.97	



# “Diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de agregados especiales y su aplicación en edificaciones”

David Reyes Abarca<sup>1</sup>, Humberto Ramírez Romero<sup>2</sup>

## Resumen

*El objetivo de esta Tesis previa al título de Ingeniero Civil es aplicar los conocimientos adquiridos para realizar el diseño de hormigones de alta resistencia con el uso de 3 tipos de agregados especiales existentes en la provincia de Loja, para ello se obtendrá en laboratorio gravas y arenas de un mismo material, y durante la elaboración de los especímenes de hormigón no se utilizara ningún tipo de aditivo. Se pretende demostrar que el aumento en la resistencia a la compresión también aumenta el módulo de elasticidad, por lo tanto disminuyen los desplazamientos laterales bajo fuerzas de sismo, para lo cual se hará un análisis computacional en ETABS 9.5 de 3 pórticos de 5, 15, 25 pisos con 4 casos de análisis cada uno.*

**Palabras Claves:** hormigón, alta resistencia, agregados especiales

## Abstract

*The goal of this thesis pre-Civil Engineering degree is to apply the knowledge to undertake the design of high-strength concrete with the use of three types of special aggregates existing in the province of Loja, for it is obtained in laboratory sand and gravel the same material, and during the preparation of concrete specimens not used any type of additive. It aims to demonstrate that the increase in compressive strength also increases the modulus of elasticity, thus decreasing the lateral displacements under earthquake forces, for which there will be a computational analysis in ETABS 9.5 of 3 frames of 5, 15, 25 floors with 4 cases each analysis.*

**Keywords:** concrete, high strength, special aggregates

---

<sup>1</sup> Estudiante de la Universidad Técnica Particular de Loja.

<sup>2</sup> Docente Investigador de la Universidad Técnica Particular de Loja