



UNIVERSIDAD DE CUENCA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIONES PRIMERA EDICIÓN

DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE UTILIZANDO MATERIALES DE LA ZONA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
MAGISTER EN CONSTRUCCIONES (MSc)**

AUTOR: ING. IVÁN GUILLERMO CAÑIZARES BELTRÁN

DIRECTOR: DR. FERNANDO ZALAMEA LEÓN

Cuenca, mayo de 2012



DECLARACIÓN

Yo, Ing. Iván Guillermo Cañizares Beltrán, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi auditoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad de Cuenca, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Autor: Ing. Iván G. Cañizares B.

C.I.: 0100956085



CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ing. Iván Guillermo Cañizares Beltrán, bajo mi supervisión.

Dr. Fernando Zalamea León
DIRECTOR DEL PROYECTO



AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios que me ha dado fuerzas para empezar, continuar y terminar la Maestría.

Al Dr. Fernando Zalamea, Director de tesis, a la Universidad de Cuenca, a las Empresas SIKA, ADITEC, que de una u otra forma han colaborado con el trabajo.

Un agradecimiento especial a dos personas que desde diferente lado han sido mi apoyo y sustento para llegar a feliz término con la presente tesis: la una con el trabajo manual, pesado; la otra con el apoyo moral, espiritual.



RESUMEN

El Hormigón Autocompactante (HAC) es un hormigón muy fluido, que se compacta por su propio peso, pudiendo rellenar fácilmente el encofrado y pasar por los espacios dejados por el refuerzo, presentando suficiente cohesión, evitando que se produzca segregación.

El Ing. Okamura en el año de 1986 presenta este tipo de hormigón, con la finalidad de eliminar la calidad de mano de obra, a la que se le atribuía el deterioro prematuro de algunas obras por mala compactación del hormigón.

La aplicación del HAC en el mundo ha tenido una tendencia creciente, se considera que con los materiales de construcción que se tiene en la zona se puede confeccionar HAC de buenas características, que posteriormente puede ser utilizado en la construcción de obras, razones para que se haya escogido como tema de investigación para la obtención de la Maestría.

Se estudiaron áridos de otros sectores cercanos a la Ciudad que son utilizados en la industria de la construcción.

La caracterización de los HAC en estado fresco se realizó de acuerdo a la guía propuesta por la European Federation of Concrete Admixture Associations (EFNARC), mediante ensayos como: asentamiento, embudo en V, caja en L, determinación de densidades, temperatura, contenido de aire, módulo de Elasticidad, relación de Poisson, resistencia a compresión.

Se diseñaron mezclas de Concreto Convencional y Hormigón Autocompactante para resistencias a compresión en probetas cilíndricas a los 28 días de edad, de 250 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 , con materiales de la zona como: cementos Holcim y Guapán, aditivos distribuidos por SIKA y ADITEC, áridos del sector Jubones (mina Sr. Heredia), puzolana del sector Llacao, agua potable que se consume en la Ciudad de Cuenca.

Se comparó las dosificaciones, los resultados de los ensayos entre los Concretos Convencionales y los Hormigones Autocompactantes, tanto en estado fresco como endurecido.

En función de los resultados obtenidos, en el capítulo 7 se presenta conclusiones y recomendaciones, demostrándose que se puede obtener HAC de buena calidad, utilizando Materiales de Construcción de la zona.



Tabla de contenido

CAPÍTULO 0.-	1
CAPÍTULO 1.- LINEAMIENTOS.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5 HIPÓTESIS.....	4
1.6 METODOLOGÍA	5
CAPÍTULO 2.- ESTADO DEL ARTE DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES.....	5
CAPITULO 2.....	5
2.1 INTRODUCCIÓN.....	5
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS HAC EN ESTADO FRESCO.....	7
2.2.1 Introducción	7
2.2.2 Ensayo de asentamiento	8
2.2.3 Ensayo del embudo en V.....	8
2.2.4 Ensayo de la caja en L.....	9
2.2.5 Análisis de la segregación	9
2.2.6 Determinación de densidades	9
2.2.7 Determinación de la temperatura	9
2.2.8 Determinación del contenido de aire	10
2.2.9 Determinación del módulo de elasticidad y relación de Poisson 10	
2.2.10 Criterios de clasificación y aceptación de los HAC	10
CAPÍTULO 3.- DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS HORMIGONES.....	13
CAPITULO 3.....	13
3.1 MEZCLADO	13



3.1.1	Mezclado en laboratorio del concreto convencional.....	13
3.1.2	Mezclado en laboratorio del HAC	13
3.2	DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CONVENCIONAL.....	13
3.3	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE	14
3.4	DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA	14
3.5	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.....	14
3.5.1	En concreto convencional.....	14
3.5.2	En hormigón autocompactante	14
3.6	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON	15
3.7	FABRICACIÓN, CURADO Y CAPEADO DE LAS PROBETAS ...	15
3.8	ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE	16
CAPÍTULO 4.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONFECCIÓN DE LOS HORMIGONES		17
CAPITULO 4.....		17
4.1	ÁRIDOS	17
4.2	CEMENTOS.....	20
4.3	ADICIONES	20
4.4	ADITIVOS	23
4.5	AGUA	24
CAPÍTULO 5.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONFECCIÓN DE LOS HORMIGONES		25
CAPITULO 5.....		25
5.1	DISEÑO DE LOS HORMIGONES CONVENCIONALES (CC)	25
5.2	DISEÑO DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)	38
CAPÍTULO 6.- ANÁLISIS DE RESULTADOS		61
CAPITULO 6.....		61
6.1	TEMPERATURA DEL CONCRETO:.....	61
6.2	ASENTAMIENTO VS TIEMPO	62



6.3	CONTENIDO DE AIRE	63
6.4	MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO Y RELACIÓN DE POISSON	63
6.5	CRITERIOS DE RECHAZO DE LAS MEZCLAS DE HAC	66
6.6	ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS DOSIFICACIONES DEL CC Y DEL HAC	74
6.7	ESTUDIO COMPARATIVO DE DENSIDADES.....	79
6.8	RESUMEN DE DOSIFICACIONES Y RESISTENCIAS	80
CAPÍTULO 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		86
CAPITULO 7.....		86
7.1	SOBRE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO	86
7.2	SOBRE LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO	86
7.3	SOBRE EL RECHAZO DE ALGUNAS MEZCLAS DE HAC Y EL CONTROL DE CALIDAD	86
7.4	SOBRE LOS ADITIVOS UTILIZADOS:	87
7.5	SOBRE LOS ÁRIDOS	88
7.6	SOBRE LA AGREGACIÓN DE PUZOLANA	88
7.7	SOBRE LA DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES	88
7.8	SOBRE LOS COSTOS DE LOS HORMIGONES	89
7.9	SOBRE EL CONTENIDO DE AIRE	90
7.10	SOBRE EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON.....	90
CAPITULO 8.....		94
8.1	BIBLIOGRAFÍA	94
CAPITULO 9.....		99
9.1	ANEXOS:	99



DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE UTILIZANDO MATERIALES DE LA ZONA

CAPÍTULO 1.- LINEAMIENTOS

1.1 INTRODUCCIÓN

El Hormigón Autocompactante (HAC) es un material de construcción que se densifica por gravedad, que puede ser utilizado en nuestro medio, con ventajas sobre el concreto convencional (CC).

Se realizarán ensayos en los áridos a utilizarse con la finalidad de obtener parámetros que servirán para el diseño de las mezclas y control de calidad.

Se diseñarán mezclas para resistencias de 250 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 , tanto para el CC (patrón de comparación) como para el HAC.

Las mezclas se prepararán en el laboratorio, se confeccionarán las probetas, se determinará sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido.

Los resultados de los diferentes ensayos se recopilarán en forma ordenada, se analizarán estadísticamente, se presentará los comentarios y las conclusiones así como el respectivo informe.

Se espera obtener mezclas de HAC confeccionadas con nuestros materiales, que cumplan con las exigencias de las especificaciones de la Federación Europea de la Asociación del Concreto (EFNARC) y que en el futuro puedan ser utilizadas en la construcción de obras con ventajas sobre el concreto convencional (CC), teniendo al alcance otra alternativa como material de construcción.

Se realizará un análisis de costos, en forma comparativa entre las mezclas de CC y las de HAC.



1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

IDENTIFICACIÓN:

Una de las principales fallas en nuestro medio al colocar el CC es no compactar adecuadamente, quedando poroso, mal densificado, con nidos de grava, coqueas, lo que influye en el terminado, resistencia, durabilidad, impermeabilidad; con el HAC al ser muy fluido, se autocompacta, densificándose de mejor manera, mejorando todas las propiedades.

Para que el CC sea colocado eficientemente, es necesario equipo de vibración; el HAC no requiere de éste equipo por que se autocompacta por gravedad en forma más rápida, utilizando menos mano de obra, sin producir ruido, aspecto muy importante en el caso de que el entorno sea sensible al ruido como hospitales, centros educativos, residencias.

Por la facilidad de fluir de la mezcla, el HAC puede ser utilizado para relleno en mampostería estructural.

Se puede utilizar en superficies horizontales (pavimentos), en superficies verticales (muros, columnas), en prefabricados, con ventaja sobre el CC porque facilita el terminado.

FORMULACIÓN:

El HAC es un material de construcción utilizado en otros países desde hace algunos años: en Japón desde finales de los ochenta, en Suecia a mediados de los noventa, pero muy poco conocido en la Ciudad de Cuenca, por lo que un trabajo de investigación en éste campo proporcionará argumentos valederos y confiables para que los constructores tengan a su alcance una alternativa válida como material de construcción.

DELIMITACIÓN:

Las mezclas del CC y del HAC se diseñarán para una resistencia de 250 kg/cm² y 350 kg/cm² a los 28 días de edad (también se ensayarán a edades de 7 y 14 días), se confeccionarán probetas cilíndricas de 10x20 cm, se curarán y se ensayarán de acuerdo a las normas de la Federación Europea EFNARC, a falta de alguna norma se utilizará las normas Norte Americanas ASTM.



Los materiales que se utilizarán en la presente investigación serán:

- Cemento Portland tipo I marca Holcim y marca Guapán
- Agua potable que se consume en la Ciudad de Cuenca
- Arena proveniente de la mina del Sr. Heredia, localizada en el sector Jubones (Cantón Santa Isabel)
- Ripio procedente de la mina del Sr. Heredia, localizada en el sector Jubones (Cantón Santa Isabel), de diámetro máximo entre 19 mm
- Aditivos superplastificantes: uno distribuido por Sika y otro distribuido por ADITEC, se usará diferentes porcentajes de aditivo.

Los ensayos para determinar los parámetros y la calidad de los áridos realizados son: densidades, análisis granulométrico, contenido orgánico, abrasión.

Los ensayos efectuados en el concreto fresco son: contenido de aire, densidad, temperatura, fluidez (cono, embudo en V, caja en L).

Los ensayos realizados en el concreto endurecido son: densidad, resistencia, Módulo de Elasticidad, Relación de Poisson.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

GENERAL

Obtener mezclas de Hormigón Autocompactante (HAC), con resistencias a los 28 días de edad, de 250 y 350 kg/cm² confeccionados con materiales que se utilizan en el campo de la construcción en la Ciudad de Cuenca, que tengan buenas características, tanto en estado fresco como endurecido, y que en lo futuro puedan ser utilizadas en la construcción de obras civiles.

ESPECÍFICOS

- Estudiar los áridos de la zona, a fin de obtener parámetros para los diseños y definir los que se van a utilizar en el presente trabajo.
- Determinar un método de diseño de mezclas, que pueda ser utilizado tanto para el Concreto Convencional (CC) como para el HAC.
- Identificar los métodos y procedimientos de ensayos que se aplicarán para la caracterización de los HAC, de acuerdo a los



- requisitos técnicos de las especificaciones de las Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante (EFNARC – 2006).
- Diseñar, ajustar mediante mezclas en laboratorio, efectuar los ensayos en estado fresco, seleccionar las mezclas que cumplan con los requisitos de la EFNARC, confeccionar las probetas.
 - Cumplida la edad de las probetas de CC y HAC, se realizarán los ensayos a compresión.
 - Se definirá las mezclas que cumplan con los requisitos, tanto en estado fresco como endurecido, que puedan ser aplicadas en obra.
 - Se efectuará un análisis comparativo entre las diferentes propiedades de los CC y HAC.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Con la presente investigación se pretende introducir un nuevo material en el campo de la construcción, confeccionado con materiales que se utilizan en la zona, introduciendo una tecnología propia para este tipo de hormigón, desarrollada y utilizada en otros países.

El Hormigón Autocompactante (HAC) puede ser utilizado en todo tipo de obras, especialmente en las que el Concreto Convencional (CC) no se puede aplicar como: elementos esbeltos, de poco espesor, de difícil acceso, elementos donde existe congestamiento de refuerzo, relleno en mampostería estructural, concretos arquitectónicos, prefabricados, revestimiento de túneles, rehabilitación de viviendas, aplicaciones verticales (muros, columnas), mejorando su terminado por eliminación de coqueas, nidos de grava, eflorescencias, terminado más fácil en grandes superficies planas (pavimentos), construcción de obras con entorno sensible al ruido como: hospitales, centros educativos, residencias.(ref. 7)

1.5 HIPÓTESIS

- En Cuenca existe disponibilidad de los materiales que se requieren para confeccionar Hormigón Autocompactante (HAC).
- Se puede determinar un método o guía para diseñar y obtener HAC con materiales que se utilizan en el campo de la construcción en la Ciudad de Cuenca.
- Si se dispone de las herramientas establecidas en la normativa, es posible verificar los criterios de aceptación del HAC de acuerdo a directrices internacionales.



- Si se realiza un correcto diseño de mezcla, con materiales de la zona, es posible obtener HAC, con propiedades similares o mejores a las del CC.

1.6 METODOLOGÍA

La tesis es de tipo experimental, que será desarrollada en el laboratorio, incluye el diseño de mezclas de HAC y CC para resistencias de 250 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 , utilizando los siguientes materiales: cemento Holcim y Guapán, áridos del sector, aditivo superplastificante SIKA y ADITEC.

Pasos seguidos:

1.- Determinación de los parámetros de los áridos que se emplearán en los diseños de las mezclas:

1.1.- Muestreo, ensayos de los áridos: determinación de materia orgánica, desgaste, pesos específicos, pesos volumétricos, análisis granulométrico.

1.2.- Se calcula los parámetros para diseñar las mezclas

2.- Diseño, ajustes a las mezclas de prueba:

Con los parámetros obtenidos se procederá a diseñar las mezclas en laboratorio, en función del método de diseño determinado.

3.- Ensayos en el concreto:

3.1. En concreto fresco: Densidad, fluidez: cono de Abrams, cono en V (ensayo específico para HAC), caja en L (ensayo específico para HAC), siguiendo los criterios de la EFNARC, determinación de la temperatura, se procederá a la confección de las probetas cilíndricas de $10 \times 20 \text{ cm}$.

3.2. En el concreto endurecido: en las probetas confeccionadas y curadas, cumplida la edad, se procederá a los ensayos de resistencia a compresión, determinación de la densidad, determinación del Módulo de Elasticidad y Relación de Poisson.

4.- Recopilación y análisis de los resultados de los ensayos, análisis comparativo entre el CC y el HAC: densidades, temperaturas, fluidez, resistencias, costos, Módulo de Elasticidad, Relación de Poisson.

5.- Elaboración del informe.



CAPÍTULO 2.- ESTADO DEL ARTE DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES

2.1 INTRODUCCIÓN

El Hormigón Autocompactante es un hormigón muy fluido, que se compacta por gravedad, sin necesidad de energía externa. (ref. 1)

Por su gran fluidez puede rellenar los orificios, los rincones del encofrado, pasar por los espacios de los refuerzos, autonivelarse, sin que se produzca segregación, lo que en ciertos casos para el Concreto Convencional sería imposible.

Por su fluidez es más rápido su colocado que el Concreto Convencional, disminuyendo la mano de obra y el equipo de compactación, consecuentemente se reduce costos de colocación, mejorando el entorno de trabajo al no utilizarse vibradores que producen ruido.

Otra de las ventajas es mejorar el terminado del hormigón ya que toma exactamente la forma del encofrado, sin huecos, sin segregación, de color homogéneo.

El proceso de endurecimiento del HAC es similar al del CC.

La porosidad y la permeabilidad no se ven afectadas, por lo tanto su durabilidad tampoco, aunque algunos investigadores sostienen que al utilizarse en el HAC menores relaciones agua/cemento y mayor cantidad de finos, se incrementa la durabilidad.

La idea de este tipo de hormigón nació de Okamura en 1986, con la finalidad de solucionar problemas de durabilidad del concreto, que se atribuía a una deficiente calidad de mano de obra al colocar el concreto mediante compactación.

Los principales trabajos de investigación fueron llevados a cabo por Ozawa y Maekawa en la Universidad de Tokio, que posteriormente fueron



presentados en diferentes ponencias y conferencias, difundiendo en todo el mundo este tipo de hormigón.

La primera obra construida con HAC fue en Japón en 1988, utilizando materiales de la zona, con buenos resultados.

Al principio el HAC era tratado como un hormigón especial de alto desempeño, y su utilización se restringía a las grandes empresas de construcción japonesa, pero luego de que varios comités realizaron actividades para difundir y fomentar su uso, se popularizó su empleo en la construcción de obras civiles.

En Norteamérica se fomentó el uso del HAC luego de que el Profesor Okamura dictó una conferencia en la convención del ACI en Nueva Orleans en 1996.

En Estocolmo, en septiembre de 1999, se realizó el primer congreso internacional sobre HAC, tratando temas como: materiales, dosificación, propiedades y aplicaciones de los HAC.

En el segundo congreso internacional (RILEM) realizado en Tokio en el 2001, se observó el interés y el incremento de la utilización de los HAC, más del 25% de los trabajos presentados se relacionaban con aplicaciones en construcciones civiles, iguales tendencias se observaron en el tercer congreso internacional RILEM efectuado en el 2003 en Islandia y en el cuarto congreso internacional RILEM realizado en Chicago en el 2005.

En Europa, en 1997, varias empresas y universidades dieron inicio al proyecto “Brite Euram BE 96-3801”, que tenía como finalidad desarrollar la tecnología para producir HAC a gran escala.

En Europa, con aporte de varios países, se formaron comisiones para el estudio, la normalización y la preparación de guías para los HAC, estos documentos presentan información muy útil para las empresas e investigadores dedicados a éste tipo de hormigones.

Uno de los documentos de mayor aplicación es “**Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante**”, publicado en febrero del 2002 y revisado en febrero del 2006, que trata sobre las especificaciones, producción y uso del HAC, con el apoyo de cinco organizaciones Europeas: BIBM (The European Precast Concrete Organisation), CEMBUREAU (The European Cement Association), ERMCO (The European Ready-mix



Concrete Organisation), EFCA (The European Federation of Concrete admixture Associations), EFNARC (The European Federation of Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems); guía que servirá de base para el presente trabajo.

(Datos obtenidos de la Tesis Doctoral de Jonhson Wilker Rigueira Víctor "Estudio de la sensibilidad e influencia de la composición en las propiedades reológicas y mecánicas de los HAC")

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS HAC EN ESTADO FRESCO

2.2.1 Introducción

Las propiedades de los HAC y de los Concretos Convencionales en estado fresco son diferentes, por lo que los ensayos para controlar su calidad, también son diferentes.

Las principales características que deben reunir los HAC, de acuerdo a la EFNARC (Anexo A, pg. 47, requisitos del HAC) son:

- Capacidad de paso: describe la capacidad de la mezcla en estado fresco de fluir a través de espacios estrechos sin que se produzca bloqueo, en éste aspecto se debe considerar la geometría de la pieza, la densidad de la armadura; lo que limita el tamaño del agregado, uso de menor cantidad de agregado, uso de aditivos superplastificantes.
- Capacidad de llenado: es la capacidad de la mezcla de fluir dentro del encofrado rellenando todas las superficies, garantizando la calidad del acabado y que las armaduras queden completamente recubiertas de hormigón.
- Resistencia a la segregación: esta propiedad está relacionada con la estabilidad del hormigón, debe permanecer homogéneo durante el mezclado y el colocado, sin que se produzca separación de los áridos o exudación. La inclusión de finos o de agentes modificadores de la viscosidad evitarán la segregación.



Ensayo de asentamiento



Fig. 2.1 - Cono de Abrams



Fig. 2.2 - Hormigón segregado



Fig. 2.3 – Hormigón no segregado

Los ensayos más utilizados para caracterizar los HAC en estado fresco y que serán aplicados en el presente trabajo son:

2.2.2 Ensayo de asentamiento

El ensayo de asentamiento y el tiempo T_{500} son métodos para caracterizar la fluidez y el ritmo de flujo en ausencia de obstrucciones, indica la capacidad de llenado; el tiempo T_{500} es una medida de la velocidad de flujo, por lo tanto de la viscosidad.

El procedimiento de ensayo consiste en colocar el cono de Abrams (fig. 2.1) sobre una bandeja plana marcada el centro y un círculo de 500 mm de diámetro, de superficie horizontal, lisa; se llena el cono con la mezcla sin compactar, luego se levanta el cono dejando fluir el hormigón, se mide el tiempo en segundos, que tarda el hormigón en alcanzar los 500 mm de diámetro (T_{500}), posteriormente se mide el mayor diámetro de la extensión del flujo del hormigón y el diámetro perpendicular a éste, la media es el escurrimiento. (ref. 2)

Se observa cómo se presenta la mezcla: no debe presentar concentración de árido grueso en el centro ni exudación en su borde. (figs. 2.2, 2.3)

2.2.3 Ensayo del embudo en V

Este ensayo evalúa la capacidad del hormigón de pasar por sitios estrechos (sin obstrucciones) y la resistencia a la segregación. (fig. 2.4, 2.5)

Se llena con la mezcla el embudo, sin compactar, se abre la compuerta localizada en la parte inferior del embudo, se mide el tiempo (T_v) en segundos, desde que se abre la compuerta hasta que se vea la primera entrada de luz en la parte baja del embudo. (ref. 3)

Tiempos altos significa que el hormigón es muy cohesivo debido al exceso de finos, a poca agua o a la baja dosificación del aditivo.



Ensayo del embudo en V



Fig. 2.4 – Embudo en V

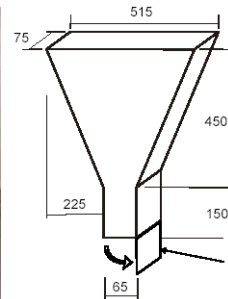


Fig. 2.5 – Dimensiones en mm del Embudo en V (ref. 3)

Ensayo de la caja en L



Fig. 2.6 – Caja en L

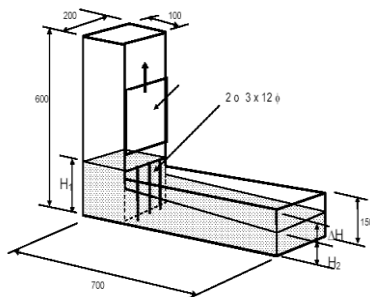


Fig. 2.7 – Dimensiones en mm de la caja en L (ref. 4)

2.2.4 Ensayo de la caja en L

Este ensayo se utiliza para evaluar la capacidad de paso del HAC a través de aberturas estrechas, incluyendo el espacio entre las barras de refuerzo, la capacidad de llenado y la resistencia a la segregación. (fig. 2.6, 2.7)

Se llena el compartimento vertical de la caja con la mezcla, sin compactar, se abre la compuerta y se permite que el hormigón fluya a través de las barras y del compartimento horizontal hasta que se estabilice, se mide las alturas que alcanza el hormigón en los dos extremos del canal, se divide la altura al final del canal (H_2) y la altura al comienzo del canal (H_1), éste valor se conoce como coeficiente de bloqueo. (ref. 4)

2.2.5 Análisis de la segregación

La segregación se analizó en forma visual, en base a los ensayos indicados anteriormente y mediante corte longitudinal de la probeta a fin de observar si los agregados están bien distribuidos en la superficie de la cara cortada.

Cuando existe segregación se detecta una capa superior sin árido grueso; se considera segregado cuando presenta una capa superior de pasta de espesor 5 mm o mayor, medido entre la superficie de la probeta y el primer árido de diámetro superior a 8 mm

2.2.6 Determinación de densidades

Es una de las variables que tiene influencia en la calidad del hormigón, una mala compactación se refleja en las densidades, tanto en estado fresco como endurecido, un aumento de la porosidad disminuye la densidad y la calidad del hormigón.

2.2.7 Determinación de la temperatura

Temperaturas altas del hormigón puede traer problemas de retracción, por lo que es necesario que las mismas se encuentren dentro de rangos aceptables, especialmente si el hormigón va a ser utilizado en la construcción de obras masivas.



2.2.8 Determinación del contenido de aire

El contenido de aire en el concreto mejora la trabajabilidad, aumenta la cohesión de la mezcla, disminuyendo la tendencia a la segregación (exudación), es aconsejable incorporar aire cuando el concreto va a estar sujeto a ciclos de congelamiento y descongelamiento, una desventaja es que disminuye la resistencia.

El método utilizado en laboratorio es el de presión, el procedimiento se describe en el capítulo 3.3.

2.2.9 Determinación del módulo de elasticidad y relación de Poisson

El módulo de elasticidad en compresión se ve influenciado por varios factores: muestra húmeda da mayores valores que muestra seca, a mayor módulo de elasticidad del agregado mayor será del concreto, forma del agregado, tipo de agregado, densidad del concreto, proporciones de la mezcla, velocidad de carga, nivel de resistencia.

Varios investigadores han relacionado el módulo de elasticidad con la resistencia a compresión simple (ref.16):

$$E_c = 3900 \sqrt{f'_c} \quad E_c = \text{módulo de elasticidad en MPa}$$

$$f'_c = \text{resistencia en MPa}$$

$$E_c = 14000 \sqrt{f'_c} \quad E_c = \text{módulo de elasticidad en kg/cm}^2$$

$$f'_c = \text{resistencia en kg/cm}^2 \text{ (ref. 5)}$$

2.2.10 Criterios de clasificación y aceptación de los HAC

Para la clasificación y aceptación de los HAC existen varios criterios, así por ejemplo en Japón los ensayos como el asentamiento, el embudo en V y la caja en L son los más utilizados, (ref. 6) en Suecia los métodos más utilizados son: el escurrimiento y la caja en L. (ref. 7)



No existen ensayos ni valores universalmente normalizados y recomendados para aceptar los HAC; en el presente estudio se adopta lo recomendado por las “Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante – 2006”.

La capacidad de relleno y la estabilidad del HAC en estado fresco está gobernada por cuatro características principales:

CARACTERÍSTICA	MÉTODO DE ENSAYO
Flujo	Ensayo de asentamiento
Viscosidad	T ₅₀₀ , ensayo de asentamiento o ensayo del embudo en V
Capacidad de paso	Ensayo de la caja en L
Segregación	Ensayo de resistencia a la segregación

Tabla 2.1 Recomendaciones de la EFNARC para HAC

La clase de HAC será definida entre el productor y el consumidor, dependiendo de las condiciones de confinamiento, de la geometría del elemento, de la cantidad y localización de la armadura de refuerzo, para desarrollar la presente investigación se escogió la clase 1 que indica que es adecuada para la mayoría de aplicaciones, de acuerdo a las Directrices Europeas para el HAC - 2006, páginas 14, 48.

La capacidad de paso, la viscosidad y la resistencia a la segregación se especificará si es necesario.

- Si hay poca o ninguna armadura, no se requerirá la especificación de la capacidad de paso.
- La viscosidad será importante cuando se requiera un buen acabado superficial o cuando haya alta densidad de armadura.



- La resistencia a la segregación es importante, dependiendo de la fluidez, si es necesario se especifica, la clase 1 es la adecuada para la mayor parte de aplicaciones.

Criterios de conformidad para las propiedades del HAC

CLASE	CRITERIO
Asentamiento SF1	520 – 700 mm
Asentamiento SF2	640 – 800 mm
Asentamiento SF3	740 – 900 mm
Ensayo del embudo en V (VF1)	≤ 10 s
Ensayo del embudo en V (VF2)	7 – 27 s
Capacidad de paso PA1	$\geq 0,75$
Capacidad de paso PA2	$\geq 0,75$

Tabla 2.2 Recomendaciones de conformidad de acuerdo a la EFNARC para HAC (ref. 8)

SF1 a SF3 - Clases de consistencia de acuerdo al ensayo de asentamiento

VS1 a VS2 - Clases de viscosidad según T_{500}

VF1 a VF2 - Clases de viscosidad según el ensayo del embudo en V

PA1 a PA2 - Clases de capacidad de paso según el ensayo en la caja en L



CAPÍTULO 3.- DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS HORMIGONES

3.1 MEZCLADO

3.1.1 Mezclado en laboratorio del concreto convencional

El mezclado se realizó mecánicamente, utilizando una concretora basculante de 35 lts de capacidad (fig. 3.1), procediendo de la siguiente manera: se introduce el agregado grueso, un poco de agua, el agregado fino, se da unas pocas vueltas en la mezcladora, se detiene y se adiciona el cemento, el resto de agua, el aditivo; con todos los ingredientes en la olla, se mezcla durante 3 minutos, se deja en reposo 3 minutos, se termina el mezclado por 2 minutos. (ref. 9)

3.1.2 Mezclado en laboratorio del HAC

El mezclado se realizó en la misma concretora utilizada para el CC, procediendo de la siguiente manera: se introduce el agregado grueso, un poco de agua, el agregado fino, la puzolana, se mezcla durante 1 min, se detiene y se adiciona el cemento, la microsíllica, el resto de agua, el aditivo; se termina de mezclar durante 5 minutos. (ref. 10)

3.2 DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CONVENCIONAL

Con la muestra del concreto recién mezclado se llena el cono de Abrams (fig. 3.2), en tres capas de igual volumen, en cada capa se da 25 golpes con una varilla lisa de 16 mm de diámetro, distribuidos uniformemente sobre la superficie de la capa, se enraza, se limpia los excesos de material y se levanta en forma vertical el molde, se mide la diferencia de altura entre el molde y el centro de la masa de concreto, esto es el asentamiento o revenimiento, medido en pulgadas o centímetros. (ref. 11)

MEZCLADO EN LABORATORIO DEL HAC



Fig. 3.1 Hormigonera basculante

DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CONVENCIONAL



Fig. 3.2 Cono de Abrams



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE



Fig. 3.3 Medidor contenido de aire

3.3 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

Con la muestra del concreto recién mezclado se llena el recipiente (fig. 3.3): en CC en tres capas de igual volumen, en cada capa se da 25 golpes con una varilla lisa de 16 mm de diámetro, distribuidos uniformemente sobre la superficie de la capa; en HAC se llena de una sola vez en forma suelta, sin ningún tipo de compactación externa, luego golpear con un mazo de caucho los lados del recipiente, enrazar y limpiar los bordes, poner la tapa en forma hermética, mediante las válvulas introducir agua, luego cerrar e introducir presión, abrir la válvula de comunicación entre la cámara de aire y el recipiente que contiene la mezcla, leer el porcentaje de aire en la carátula del medidor de presión, al valor obtenido se resta el factor de corrección del agregado. (ref. 12)

3.4 DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA

Se coloca el termómetro dentro de la masa de concreto fresco, se cubre con el hormigón, se espera a que se estabilice la lectura, se registra la temperatura.

3.5 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

3.5.1 En concreto convencional

Se pesa el molde vacío, se llena el molde en tres capas de igual volumen, en cada capa se da 25 golpes con una varilla lisa de 16 mm de diámetro, distribuidos uniformemente sobre la superficie de la capa, se enraza, se limpia los excesos de material y se pesa, la diferencia nos da el peso del hormigón que dividido para el volumen del molde obtenemos la densidad del concreto fresco. (ref. 13)

3.5.2 En hormigón autocompactante

El llenado de los moldes se realizó vertiendo la mezcla de una sola vez, sin ningún tipo de compactación.



Fig.3.4 Equipo para determinar el Módulo de Elasticidad y Relación de Poisson

3.6 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON

Al no existir el tramo recto en la curva esfuerzo – deformación, se calcula el módulo de elasticidad como módulo secante.

$$E_c = (S_2 - S_1)/(E_1 - 0,000050) \text{ (ref. 14)}$$

S₂ = Esfuerzo correspondiente al 40% de la resistencia

S₁ = Esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 50

Millonésimas

E₁ = Deformación unitaria longitudinal, producida por el esfuerzo S₂

La relación de Poisson (U) es la relación entre la deformación unitaria lateral y la deformación unitaria axial aplicada, su valor se encuentra entre 0,15 y 0,20.

$$U = (E_{t2} - E_{t1})/(E_1 - 0,000050)$$

E_{t2} = Deformación transversal unitaria, a mitad de altura del espécimen, producida por el esfuerzo S₂.

E_{t1} = Deformación transversal unitaria, a mitad de altura del espécimen, producida por el esfuerzo S₁.

E₁ = Deformación unitaria longitudinal, producida por el esfuerzo S₂.

3.7 FABRICACIÓN, CURADO Y CAPEADO DE LAS PROBETAS

Los moldes que se utilizaron, tanto para el concreto convencional como para el HAC, fueron cilíndricos de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, de material metálico, no deformable.

Las probetas confeccionadas con concreto convencional se llenaron en dos capas, cada capa se compactó mediante varillado, dando 25 golpes con una varilla de 10 mm de diámetro y de 30 cm de longitud, distribuidos



Fig. 3.5 Refrentado de las probetas



Fig. 3.6 Prensa para ensayo de compresión de los cilindros

uniformemente en toda la superficie del concreto, luego se procede al nivelado, enrazado y marcado de cada probeta. (ref. 15)

Las probetas confeccionadas con hormigón autocompactante se llenaron mediante vertido directo de una sola vez, sin aplicar ningún tipo de compactación, a continuación se procede al nivelado, enrazado y marcado de cada probeta.

Luego de la confección de las probetas, las 24 horas permanecieron en los moldes, procediendo al desmoldeo y a sumergirlas en agua hasta el día del ensayo.

Previo a realizar el ensayo de compresión se procedió al capeado mediante la colocación de una capa de azufre fundido, que nos garantice que las caras sean lisas, paralelas, normales al eje de carga.

3.8 ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

Previo a realizar el ensayo de compresión, se pesó cada probeta a fin de calcular la densidad del concreto fraguado.

Cada probeta se coloca entre las mordazas de la máquina de ensayo, se procede a dar carga hasta la ruptura, se lee la carga en la carátula de la prensa, dividido para el área de la cara de la probeta obtenemos la resistencia del concreto. (ref. 16)



CAPÍTULO 4.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONFECCIÓN DE LOS HORMIGONES

Los materiales que se utilizan en la fabricación de los HAC son los mismos que se utilizan en la fabricación de los hormigones convencionales; dosificándose de diferente manera, se necesita mayor contenido de finos a fin de evitar la segregación, se debe emplear aditivos de última generación como superplastificantes (reductores de agua de alto rango), a fin de no incrementar el contenido de agua de la mezcla, además si es necesario se incorporará un material fino (filler) que aumente la cohesión, disminuyendo la tendencia a la segregación.

4.1 ÁRIDOS

Los áridos que se utilizan para confeccionar los HAC son los mismos que los utilizados para hormigones convencionales, con la limitación del tamaño máximo, la mayoría de los investigadores indican que no deben ser mayores a 20 mm (3/4”).

Las arenas naturales (rodadas) por su forma redondeada favorecen la trabajabilidad del hormigón; las trituradas aumentan el rozamiento interno, necesitando mayor cantidad de agua para lograr el mismo resultado que las naturales.

Otro factor que se debe considerar en las arenas es el contenido de finos, mayor % de finos mayor cohesión, mayor requerimiento de agua, los finos no deben ser perjudiciales para el hormigón.

Los áridos estudiados provienen de los sectores: Josefina, Descanso, Río Jadán, Paute, Rircay, Jubones, en los que se realizaron ensayos como: determinación de densidades, absorción, abrasión, contenido de materia orgánica, análisis granulométrico, % de finos, los resultados de los ensayos se presenta en los anexos.

Los valores de las densidades y absorción fueron similares; el % de abrasión en todos los rípos de 3/4” (19 mm) fue inferior al 40%, aceptable; el contenido de materia orgánica en las arenas estudiadas dio valores



inferiores a 1 comparado con la carta patrón, aceptable; los áridos provenientes del Río Jadán presentaban un alto contenido de material pizarroso, razón para que no sean considerados para el presente trabajo. Lo que definió la selección de los áridos fue su granulometría, la limpieza, la facilidad de obtener en el mercado y el uso en la confección de hormigones en la zona, en función de los criterios expresados se escogió como áridos para trabajar en la tesis los provenientes del Río Jubones, mina del Sr. Heredia: arena rodada natural y ripio de tamaño $\frac{3}{4}$ " (19 mm) obtenido por trituración de los rodados y cantos rodados sedimentados por el Río Jubones, ambos materiales cumplen con las especificaciones de calidad.

En la fig. 4.1 se presenta la curva granulométrica de la arena suministrada por el Sr. Heredia, provenientes del Río Jubones:

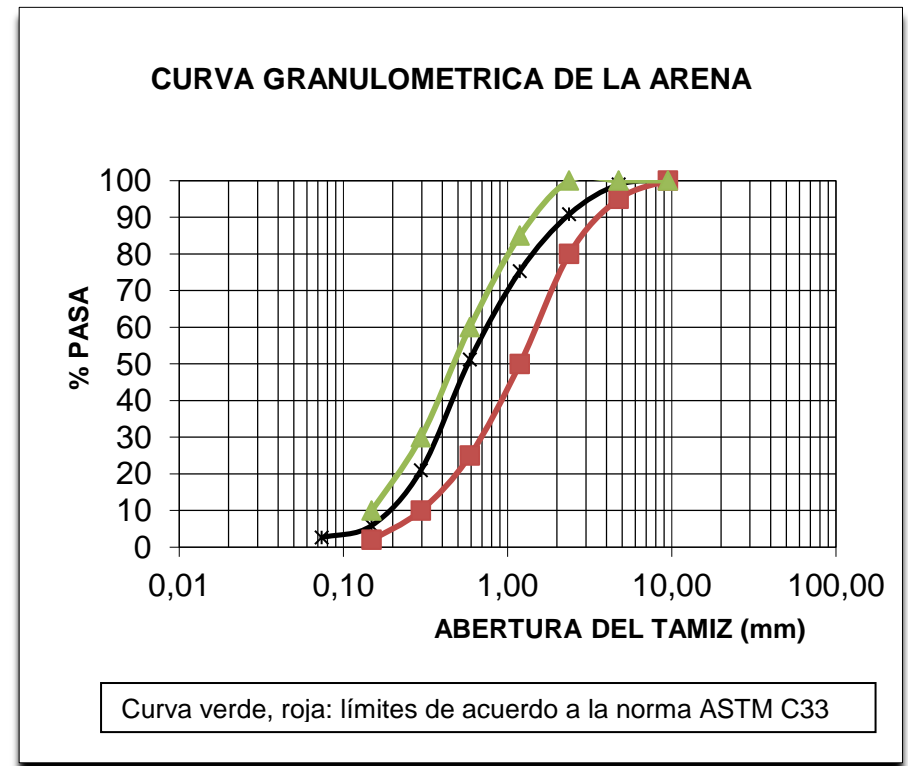


Fig. 4.1 Curva granulométrica de la arena (color negro)



En la fig. 4.2 se presenta la curva granulométrica del ripio suministrado por el Sr. Heredia, provenientes del Río Jubones:

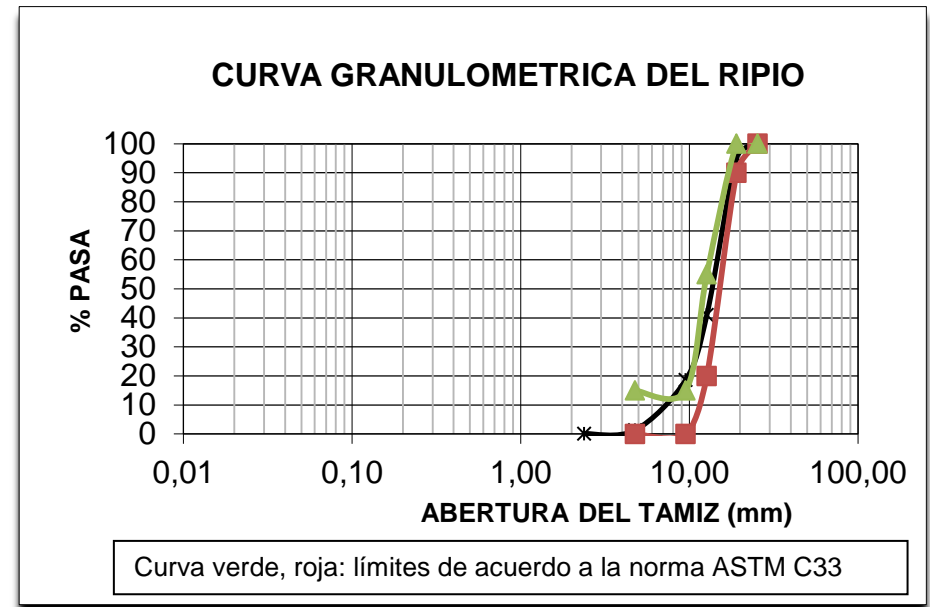


Fig. 4.2 Curva granulométrica del ripio (color negro)

DENSIDADES

En la tabla 4.1 se presenta las densidades y absorción de los áridos

	ARENA	RIPIO
DENSIDAD APARENTE	2,51	2,58
DENSIDAD S.S.S.	2,59	2,64
DENSIDAD ABSOLUTA	2,72	2,73
% ABSORCIÓN	3,14	2,14

Tabla 4.1 Densidades y Absorción de los áridos



Materia orgánica: color menor a 1, comparado con el elemento patrón, aceptable para utilizar en los hormigones.

Observación: en el anexo I se presenta ensayos realizados en los áridos.

4.2 CEMENTOS

Para confeccionar los HAC puede utilizarse cualquier tipo de cemento, que cumpla con las especificaciones, que exista en el mercado (ref. 17); para la presente investigación se trabajó con Cemento Hidráulico HOLCIM, tipo GU, que cumple con la Norma NTE INEN 2380, garantizado por la empresa fabricante y Cemento Portland Puzolánico GUAPÁN, tipo IP, que cumple con la Norma NTE INEN 490, garantizado por la empresa fabricante.

La relación agua/cemento está en función de la resistencia exigida al hormigón, que de acuerdo a lo planteado en la tesis es de 250 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 , por lo tanto para cada caso se define la cantidad de cemento, lo que se presenta en el capítulo diseños de mezclas de HAC.

La cantidad de cemento que se recomienda está entre 350 kg/m^3 y 500 kg/m^3 (ref. 18), valores mayores a 500 kg/m^3 puede traer problemas por aumento de retracciones y valores cercanos o inferiores a 350 kg/m^3 exigen la inclusión de otro material fino como filler, puzolana, escoria de altos hornos, microsílca, etc.

4.3 ADICIONES

La principal función de los finos es darle mayor cohesión a la mezcla, evitando la segregación.

Los principales materiales utilizados como finos son: cenizas volantes, escoria de alto horno o humo de sílice y materiales inertes como filler calizo, silicio o marmolina, dependiendo de la facilidad de suministro y costo en la zona.

Se recomienda que los límites de utilización de las cenizas volantes (puzolanas) no supere el 35% del peso del cemento y del 12% en el caso del humo de sílice.



Los hormigones autocompactantes necesitan mayor contenido de finos (partículas $< 0,125$ mm, de acuerdo a las Directrices Europeas para HAC - 2006) por lo que se estudió la adición de puzolana obtenida del sector de incorporador del contenido de aire (Sika Aer RMC, proporcionada por la empresa SIKA), cuyos diseños y resultados se encuentran en hojas adjuntas, en el capítulo 5.2 diseño de mezclas de HAC.

En la fig. 4.3 se presenta yacimientos de puzolana existente en el sector de Zhiquir, Llacao, de gran extensión.

La puzolana tiene un color gris claro (plomizo), de buenas características, de acuerdo al resultado del análisis químico realizado en el laboratorio CESEMIN de la Universidad de Cuenca: $\text{SiO}_2 = 56,12$ %; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 18,16$ %; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5,92$ %.



Fig. 4.3 Puzolana sector LLacao



En la fig. 4.7 se presenta la curva granulométrica de la puzolana

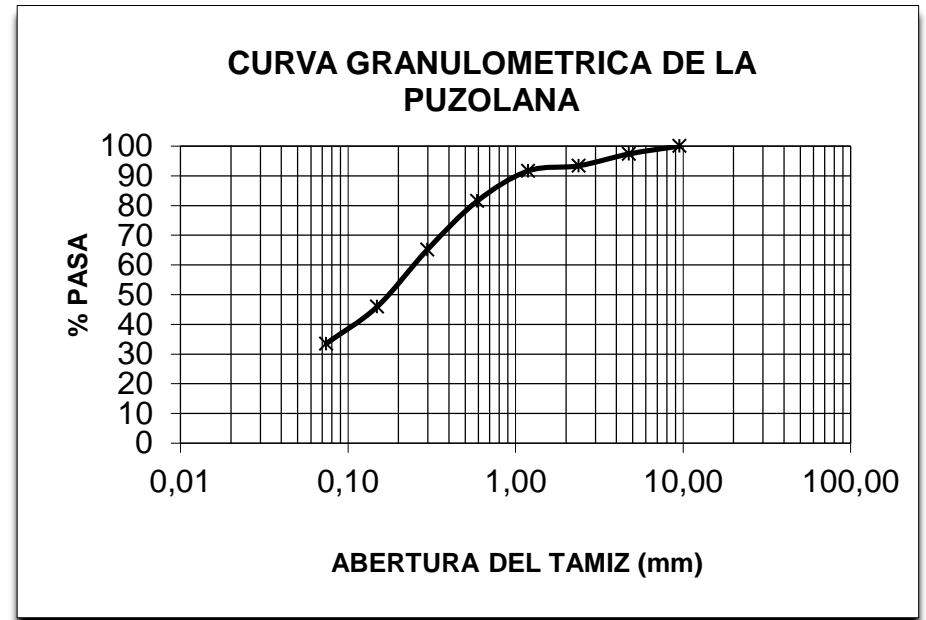


Fig.4.7 Curva granulométrica de la Puzolana

DENSIDADES

En la tabla 4.2 se presenta las densidades y absorción de la puzolana

	PUZOLANA
DENSIDAD APARENTE	2,44
DENSIDAD S.S.S.	2,54
DENSIDAD ABSOLUTA	2,71
% ABSORCIÓN	4,12

Tabla 4.2 Densidades y absorción de la Puzolana



4.4 ADITIVOS

Para confeccionar los HAC es necesario utilizar aditivos reductores de agua de alto rango (superplastificantes) de última generación, si es necesario aditivos cohesionantes.

A continuación se indica la evolución de los aditivos con el tiempo:

1930	1970	1990	2000
Ligno - sulfonatos	Melamina naftaleno	Polímeros vinílicos	Policarboxilatos
Reducción de agua hasta un 10%	Reducción de agua hasta un 20%	Reducción de agua hasta un 30%	Reducción de agua hasta un 40%

Tabla 4.3 Evolución de los aditivos reductores de agua con el tiempo (Tesis Doctoral “Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de cemento y adiciones en las propiedades mecánicas del HAC” Ángel Vilanova Fernández. Madrid – 2009. Pg. 51)

En el presente caso se utilizó aditivos superplastificantes, fabricados por SIKA: Sika Viscocrete 2100 R, que cumple con la Norma ASTM C-494, tipos A y F, fabricado con polímeros policarboxilatos recomendado para producir hormigones autocompactantes, con pequeñas dosificaciones se puede reducir entre 10% y 15% de agua, con altas dosificaciones se puede lograr reducciones de hasta un 45%.

La dosis varía de acuerdo al tipo de materiales utilizados, a las condiciones ambientales y a los requerimientos del proyecto específico, lo que recomienda SIKA ECUATORIANA es entre 0,19% y 0,9% del peso del cemento, se debe adicionar al final del mezclado, dejándose mezclar por lo menos durante 60 segundos.

Sika Viscocrete 2100 es recomendable usar con microsílica por su capacidad de reducción de agua y mayor control de la plasticidad.

A fin de darle mayor cohesión a la mezcla para controlar la exudación, se adicionó un incorporador de aire como Sika Aer RMC, que cumple con la Norma ASTM C-260, no contiene cloruros, además reduce la capilaridad, la permeabilidad y el desecamiento superficial del hormigón en estado



plástico, aumentado la durabilidad, se adiciona a la mezcla disuelto en la última porción de agua de amasado.

La dosificación recomendada por SIKA ECUATORIANA es entre 0,1% y 0,6% del peso del cemento.

Se adicionó Sika Fume, que es un polvo fino, de color gris, a base de microsilica, cumple con la Norma ASTM C-1240, con la finalidad de aumentar las resistencias mecánicas y químicas del hormigón, aumentar la cohesión, reducir la exudación y la segregación, viene listo para ser usado, se adiciona a la mezcla con los agregados o el cemento, a fin de garantizar la distribución homogénea se debe incrementar el tiempo de mezclado.

La dosificación recomendada por SIKA ECUATORIANA es entre 3% y 10% del peso del cemento, debido a que es un material muy fino se requerirá una mayor cantidad de agua que deberá ser controlada con la incorporación del aditivo superplastificante.

Otro aditivo superplastificante, reductor de agua de alto rango, que se utilizó fue ADITEC SF-106, proporcionado por la Empresa ADITEC, que cumple con la Norma ASTM C-494, tipo F, recomendado para producir hormigones autocompactantes, se adiciona con la última parte de agua de amasado, recomendándose extender el tiempo de amasado por lo menos 5 minutos hasta obtener una mezcla fluida, nunca añadir directamente al cemento o a los agregados.

La dosificación recomendada por ADITEC ECUATORIANA es entre 0,8% y 1,6% del peso del cemento.

4.5 AGUA

La calidad como la cantidad de agua tiene mucha importancia en la calidad del hormigón, así las impurezas pueden interferir con el fraguado del cemento afectando la resistencia, causar manchas superficiales, provocar corrosión del acero de refuerzo.

El agua debe cumplir con parámetros de calidad, de acuerdo a la norma especificada, se considera que el agua de consumo humano es una buena agua para confeccionar concretos, para la presente investigación se utilizó agua potable que se consume en la Ciudad de Cuenca.



CAPÍTULO 5.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONFECCIÓN DE LOS HORMIGONES

5.1 DISEÑO DE LOS HORMIGONES CONVENCIONALES (CC)

Los materiales utilizados para diseñar y elaborar las mezclas de Concreto Convencional fueron: cementos Holcim y Guapán, agua potable de uso en la Ciudad de Cuenca, áridos del sector Jubones de la mina Heredia, aditivos de la casa Sika y de la casa Aditec.

El método seguido para el diseño de las mezclas fue el propuesto por la Road Research Laboratory (ver Dosificaciones de Hormigones de Fernando Arredondo, pg. 159), básicamente consiste en definir la relación agua/cemento en función de la resistencia de diseño del concreto a los 28 días de edad en probeta cilíndrica, en el presente caso tenemos resistencias de diseño de 250 kg/cm^2 y de 350 kg/cm^2 , la cantidad de agua en función del asentamiento método del cono de Abrams de 7 a 10 cm, la proporción de los áridos se determinó ajustando a las curvas que para el efecto trae el método (ver fig. 5.1), en el presente caso se ajustó a la curva N° 4 para un tamaño máximo de árido de $\frac{3}{4}$ " (19 mm), que nos da mezclas más trabajables, con mayor contenido de mortero que para el resto de curvas.

De acuerdo a las granulometrías de los áridos empleados para la presente tesis (áridos procedentes del Río Jubones: arena natural, ripio de diámetro máximo = 19 mm), es aceptable si la proporción de los áridos cae dentro del rango indicado en el gráfico como ajuste 1 y ajuste 2.



TAMIZ (MM.)	%PASA				%PASA	
	CURVA 4	CURVA 3	CURVA 2	CURVA 1	AJUSTE 1	AJUSTE 2
0,149	2	1	0	0	2,62	3,03
0,297	12	6	4	2	9,30	10,73
0,590	27	21	14	8	22,67	26,15
1,190	34	28	21	16	33,38	38,51
2,380	42	35	28	23	40,33	46,50
4,760	48	42	35	30	44,57	51,21
9,520	75	65	55	45	54,70	60,23
19,100	100	100	100	100	97,38	97,70

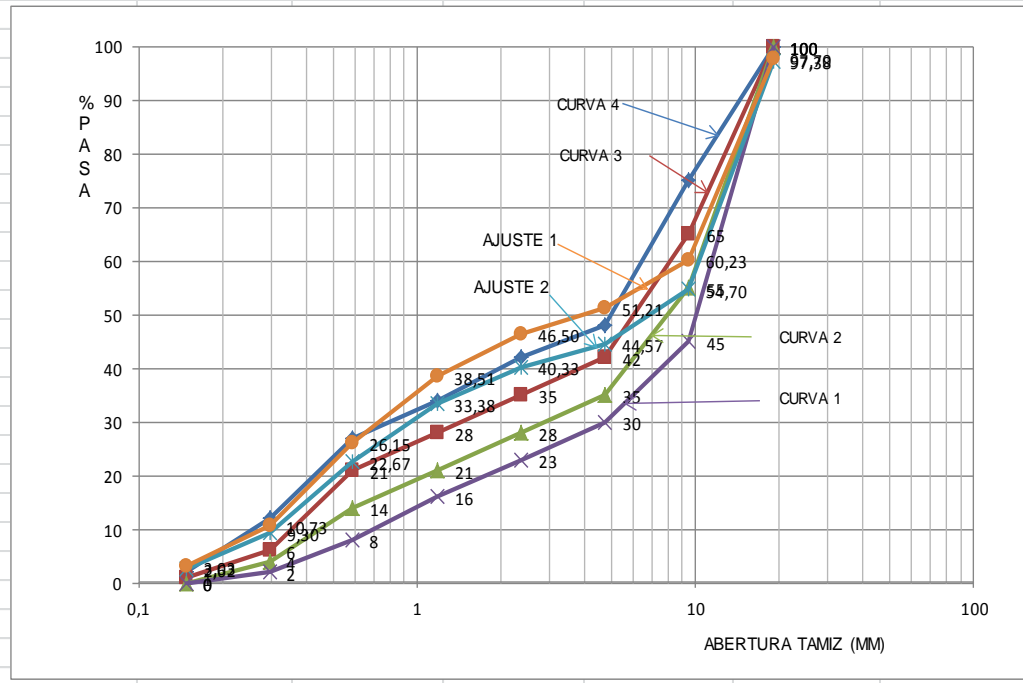


Fig. 5.1 Diseño de los áridos (ref. 22)



A continuación se explica la nomenclatura utilizada en las mezclas:

CC = Concreto Convencional

H = Cemento Holcim

G = Cemento Guapán

S = Aditivos Sika

A = Aditivos Aditec

001, 002 = Número de mezcla

250–350 = Resistencia del concreto

Ejemplo: mezcla A = CCHS250-002; Concreto Convencional con cemento Holcim, aditivo Sika, para una resistencia de 250 kg/cm², mezcla N° 2.

De todas las mezclas en estado fresco, que cumplen con las exigencias de la EFNARC, se confeccionaron 6 probetas para ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días de edad.

En hojas adjuntas se presenta las mezclas de CC, que cumplen con las exigencias de asentamiento y resistencia a los 28 días:

Mezcla A: resistencia 250 kg/cm², cemento Holcim, aditivo Sika

Mezcla B: resistencia 350 kg/cm², cemento Holcim, aditivo Sika

Mezcla I: resistencia 250 kg/cm², cemento Guapán, aditivo Sika

Mezcla H: resistencia 350 kg/cm², cemento Guapán, aditivo Sika

Mezcla L: resistencia 250 kg/cm², cemento Holcim, aditivo Aditec

Mezcla M: resistencia 350 kg/cm², cemento Holcim, aditivo Aditec

Mezcla N: resistencia 250 kg/cm², cemento Guapán, aditivo Aditec

Mezcla O: resistencia 350 kg/cm², cemento Guapán, aditivo Aditec

Ver Anexo IV “Resultado de los ensayos a compresión de los CC”, pg. 153



MEZCLA A:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Asentamiento = 7 – 10 cm

Cemento = Holcim

Aditivo = Viscocrete 2100R (SIKA)

DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCHS250-002 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(A) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)												
ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.												
FECHA ELABORACIÓN = 01/07/2011												
16												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.		PESO SECO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	SHUM. NAT	PESO HUM.
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%		KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO HOLCIM	3,10					370	370	119,35	5,920	5,920		5,920
AGUA	1,00					243	200	200,00	3,896	3,200		2,534
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		738	761	294,00	11,807	12,178	7,98	12,749
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		949	970	368,00	15,191	15,516	2,76	15,610
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10					2,96	2,96	2,69	0,047	0,047		0,047
AIRE								16,00				
TOTAL						2304	2304	1000				
								1000				
Relación W/C =	0,541		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =		662			
Relación Agr/C =	4,678		Peso =	3720	3686	gr.						
Asent. Medido =	7,50	cm.	Densidad =	2368	2346	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2357	kg/m3.					Ps/Pr (peso) =		0,796			
							Vs/Vr (vol.) =		0,799			
							Volumen de Arena =		294			
							Volumen de Ripio =		368			
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1=	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2=	11533	Arena =	0,464	0,443		
3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3=	0	Ripio =	0,583	0,557		
# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1=	28422	suma =	1,046			
# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2=	9431					
# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3=	0					
# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1=	10842					
# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3=	0					
# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1=	0					



MEZCLA B:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Asentamiento = 7 – 10 cm

Cemento = Holcim

Aditivo = Viscocrete 2100R (SIKA)

DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCHS350-001	RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2											
(B)	MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
	ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)											
	ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.											
	FECHA ELABORACIÓN = 01/07/2011											
									16			
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO SECO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT.	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG	
CEMENTO HOLCIM	3,10				415	415	133,87	6,640	6,640		6,640	
AGUA	1,00				243	200	200,00	3,881	3,200		2,514	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	723	746	288,00	11,566	11,929	7,98	12,489	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	929	949	360,00	14,861	15,179	2,99	15,305	
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10				3,32	3,32	3,02	0,053	0,053		0,053	
AIRE							15,00					
TOTAL					2313	2313	1000					
							1000					
Relación W/C =	0,482		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Pr + Vs =	648				
Relación Agr/C =	4,083		Peso =	3754	3709	gr.						
Asent. Medido =	9,00	cm.	Densidad =	2390	2361	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2375	kg/m3.					Ps/Pr (peso)=	0,796				
							Vs/Vr (vol.) =	0,799				
							Volumen de Arena =	288				
							Volumen de Ripio =	360				
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,464	0,443		
3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,583	0,557		
# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1 =	28422	suma =	1,046			
# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1 =	10842					
# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA I:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Asentamiento = 7 – 10 cm

Cemento = Guapán

Aditivo = Viscocrete 2100R (SIKA)

DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGS250-003	RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2											
(I)	MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
	ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)											
	ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.											
	FECHA ELABORACIÓN = 13/07/2011											
												26
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/26 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO SECO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	SHUM. NAT	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				360	360	116,13	9,360	9,360		9,360	
AGUA	1,00				233	192	192,00	6,053	4,992		3,692	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	866	893	345,00	22,515	23,222	9,58	24,672	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	849	867	329,00	22,069	22,542	1,46	22,392	
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10				2,88	2,88	2,62	0,075	0,075		0,075	
AIRE							15,00					
TOTAL					2310	2315	1000					
							1000					
Relación W/C =	0,533		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	674				
Relación Agr/C =	4,889		Peso =	3638	3620	gr.						
Asent. Medido =	9,00	cm.	Densidad =	2316	2304	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2310	kg/m3.					Ps/Pr (peso) =	1,046				
							Vs/Vr (vol.) =	1,050				
							Volumen de Arena =	345				
							Volumen de Ripio =	329				
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1=	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,70	SUM. A1*A2=	11533	Arena =	0,535	0,511		
3/8"	100,00	18,64		75,00	60,23	SUM. A1*A3=	0	Ripio =	0,512	0,489		
# 4	98,93	1,29		55,00	51,21	SUM. A1*Y1=	30968	suma =	1,047			
# 8	90,84	0,13		42,00	46,50	SUM. A2*A2=	9431					
# 16	75,32			34,00	38,51	SUM. A2*A3=	0					
# 30	51,16			27,00	26,15	SUM. A2*Y1=	11004					
# 50	20,98			12,00	10,73	SUM. A3*A3=	0					
# 100	5,92			3,00	3,03	SUM. A3*Y1=	0					



MEZCLA H:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Asentamiento = 7 – 10 cm

Cemento = Guapán

Aditivo = Viscocrete 2100R (SIKA)

DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGS350-002 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2												
(H)	MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)												
ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.												
FECHA ELABORACIÓN = 13/07/2011												
26												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/26 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.		PESO SECO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT.	PESO HUM.
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%		KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO GUAPÁN	3,10					400	400	129,03	10,400	10,400		10,400
AGUA	1,00					230	190	190,00	5,984	4,940		3,658
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		853	880	340,00	22,188	22,885	9,58	24,314
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		833	851	323,00	21,667	22,131	1,46	21,983
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10					3,20	3,20	2,91	0,083	0,083		0,083
AIRE								15,00				
TOTAL						2320	2325	1000				
									1000			
Relación W/C =	0,475		Vol. Prob.	1571	1571	cc.	Vr + Vs = 663					
Relación Agr/C =	4,328		Peso =	3712	3714	gr.						
Asent. Medido =	10,00	cm.	Densidad =	2363	2364	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2363	kg/m3.							Ps/Pr (peso)=	1,046		
									Vs/Vr (vol.) =	1,050		
Observaciones:									Volumen de Arena =	340		
									Volumen de Ripio =	323		
TAMIZ	A1	A2	A3	Y1		CURVA DE						
	% PASA	% PASA	% PASA	Y1	AJUSTE	Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =				
	Arena	Ripio						46805				
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,70			SUM. A1*A2 = 11533	Arena =	0,535	0,511	
3/8"	100,00	18,64		75,00	60,23			SUM. A1*A3 = 0	Ripio =	0,512	0,489	
# 4	98,93	1,29		55,00	51,21			SUM. A1*Y1 = 30968	suma =	1,047		
# 8	90,84	0,13		42,00	46,50			SUM. A2*A2 = 9431				
# 16	75,32			34,00	38,51			SUM. A2*A3 = 0				
# 30	51,16			27,00	26,15			SUM. A2*Y1 = 11004				
# 50	20,98			12,00	10,73			SUM. A3*A3 = 0				
# 100	5,92			3,00	3,03			SUM. A3*Y1 = 0				



MEZCLA L:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Asentamiento = 7 – 10 cm

Cemento = Holcim

Aditivo = Aditec SF-106 (ADITEC)

DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCHA250-001	RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2											
(L)	MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
	ADITIVO = ADITEC SF-106											
	ASENTAMIENTO : 7 - 10 CM.											
	FECHA ELABORACIÓN = 25/08/2011											
											16	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.		PESO SECO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT	PESO HUM.
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%		KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO HOLCIM	3,10					355	355	114,52	5,680	5,680		5,680
AGUA	1,00					239	195	195,00	3,830	3,120		3,384
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		781	805	311,00	12,490	12,882	2,74	12,832
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		929	949	360,00	14,861	15,179	0,70	14,965
ADITEC SF-106 (1,4%)	1,17					4,97	4,97	4,25	0,080	0,080		0,080
AIRE								15,00				
TOTAL						2309	2309	1000				
								1000				
Relación W/C =	0,549			Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	671			
Relación Agr/C =	4,940			Peso =	3707	3678	gr.					
Asent. Medido =	9,00	cm.		Densidad =	2360	2341	kg/m3					
Dens. Conc. Fresco =	2350	kg/m3.						Ps/Pr (peso)=	0,839			
								Vs/Vr (vol.) =	0,862			
								Volumen de Arena =	311			
								Volumen de Ripio =	360			
								Observación: buena mezcla				
TAMIZ	A1	A2	A3	Y1								
	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,44	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,483	0,456		
3/8"	100,00	18,64		75,00	55,76	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,575	0,544		
# 4	98,93	1,29		45,00	45,83	SUM. A1*Y1 =	29222	suma =	1,058			
# 8	90,84	0,13		38,00	41,51	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			32,00	34,36	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			24,00	23,34	SUM. A2*Y1 =	10991					
# 50	20,98			8,00	9,57	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			2,00	2,70	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA M:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Asentamiento = 7 – 10 cm

Cemento = Holcim

Aditivo = Aditec SF-106(ADITEC)

DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)											
MEZCLA: CCHA350-001	RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2										
(M)	MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)										
	ADITIVO = ADITEC SF-106										
	ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.										
	FECHA ELABORACIÓN = 25/08/2011										
											16
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.			
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO SECO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.	HUM. NAT	PESO HUM.
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO HOLCIM	3,10				405	405	130,65	6,480	6,480		6,480
AGUA	1,00				234	190	190,00	3,739	3,040		3,300
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	768	792	306,00	12,289	12,675	2,74	12,626
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	916	936	355,00	14,654	14,968	0,70	14,757
ADITEC SF-106 (1,4%)	1,17				5,67	5,67	4,85	0,091	0,091		0,091
AIRE							14,00				
TOTAL					2328	2328	1000				
							1000				
Relación W/C =	0,469		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	661			
Relación Agr/C =	4,266		Peso =	3687	3732	gr.					
Asent. Medido =	8,50	cm.	Densidad =	2347	2376	kg/m3					
Dens. Conc. Fresco =	2361	kg/m3.					Ps/Pr (peso)=	0,839			
							Vs/Vr (vol.) =	0,862			
							Volumen de Arena =	306			
							Volumen de Ripio =	355			
	Observación: buena mezcla										
	A1	A2	A3	Y1							
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE						
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805				
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,44	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,483	0,456	
3/8"	100,00	18,64		75,00	55,76	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,575	0,544	
# 4	98,93	1,29		45,00	45,83	SUM. A1*Y1 =	29222	suma =	1,058		
# 8	90,84	0,13		38,00	41,51	SUM. A2*A2 =	9431				
# 16	75,32			32,00	34,36	SUM. A2*A3 =	0				
# 30	51,16			24,00	23,34	SUM. A2*Y1 =	10991				
# 50	20,98			8,00	9,57	SUM. A3*A3 =	0				
# 100	5,92			2,00	2,70	SUM. A3*Y1 =	0				

**MEZCLA N:**Resistencia de diseño = 250 kg/cm^2

Asentamiento = 7 – 10 cm

Cemento = Guapán

Aditivo = Aditec SF-106 (ADITEC)

DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGA250-001 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(N) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = ADITEC SF-106												
ASENTAMIENTO : 7 - 10 CM.												
FECHA ELABORACIÓN = 26/08/2011												
								16				
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.		PESO SECO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT	PESO HUM.
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%		KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO GUAPÁN	3,10					350	350	112,90	5,600	5,600		5,600
AGUA	1,00					231	185	185,00	3,697	2,960		3,251
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		889	916	354,00	14,217	14,663	2,61	14,588
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		849	867	329,00	13,581	13,872	0,55	13,656
ADITEC SF-106 (1,4%)	1,17					4,90	4,90	4,19	0,078	0,078		0,078
AIRE								15,00				
TOTAL						2323	2323	1000				
								1000				
Relación W/C =	0,529			Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	683			
Relación Agr/C =	5,095			Peso =	3729	3642	gr.					
Asent. Medido =	10,00	cm.		Densidad =	2374	2318	kg/m3					
Dens. Conc. Fresco =	2346	kg/m3.							Ps/Pr (peso) =	1,046		
									Vs/Vr (vol.) =	1,075		
									Volumen de Arena =	354		
									Volumen de Ripio =	329		
									Observación: buena mezcla			
TAMIZ	A1	A2	A3	Y1	CURVA DE							
	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,535	0,511		
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,70	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,512	0,489		
3/8"	100,00	18,64		75,00	60,23	SUM. A1*Y1 =	30968	suma =	1,047			
# 4	98,93	1,29		55,00	51,21	SUM. A2*A2 =	9431					
# 8	90,84	0,13		42,00	46,50	SUM. A2*A3 =	0					
# 16	75,32			34,00	38,51	SUM. A2*Y1 =	11004					
# 30	51,16			27,00	26,15	SUM. A3*A3 =	0					
# 50	20,98			12,00	10,73	SUM. A3*Y1 =	0					
# 100	5,92			3,00	3,03	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA O:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Asentamiento = 7 – 10 cm

Cemento = Guapán

Aditivo = Aditec SF-106 (ADITEC)

DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGA350-001	RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM ²											
(O)	MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
	ADITIVO = ADITEC SF-106											
	ASENTAMIENTO: 7 - 10 CM.											
	FECHA ELABORACIÓN = 26/08/2011											
												16
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.		PESO SECO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	% HUM. NAT	PESO HUM.
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%		KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO GUAPÁN	3,10					415	415	133,87	6,640	6,640		6,640
AGUA	1,00					236	192	192,00	3,778	3,072		3,351
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		851	878	339,00	13,614	14,042	2,61	13,970
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		813	830	315,00	13,003	13,281	0,55	13,075
ADITEC SF-106 (1,4%)	1,17					5,81	5,81	4,97	0,093	0,093		0,093
AIRE								15,00				
TOTAL						2321	2321	1000				
								1000				
Relación W/C =	0,463		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	654				
Relación Agr/C =	4,115		Peso =	3667	3718	gr.						
Asent. Medido =	7,50	cm.	Densidad =	2334	2367	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2350	kg/m3.							Ps/Pr (peso) =	1,046		
									Vs/Vr (vol.) =	1,075		
									Volumen de Arena =	339		
									Volumen de Ripio =	315		
TAMIZ	A1	A2	A3	Y1	Y1	AJUSTE	CURVA DE					
	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	AJUSTE	AJUSTE	CURVA DE					
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	AJUSTE		SUM. A1*A1 =	46805			
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,70	97,70	SUM. A1*A2 =	11533		Arena =	0,535	0,511
3/8"	100,00	18,64		75,00	60,23	60,23	SUM. A1*A3 =	0		Ripio =	0,512	0,489
# 4	98,93	1,29		55,00	51,21	51,21	SUM. A1*Y1 =	30968		suma =	1,047	
# 8	90,84	0,13		42,00	46,50	46,50	SUM. A2*A2 =	9431				
# 16	75,32			34,00	38,51	38,51	SUM. A2*A3 =	0				
# 30	51,16			27,00	26,15	26,15	SUM. A2*Y1 =	11004				
# 50	20,98			12,00	10,73	10,73	SUM. A3*A3 =	0				
# 100	5,92			3,00	3,03	3,03	SUM. A3*Y1 =	0				



A continuación se presenta un resumen de la dosificación de las mezclas de CC para resistencias de 250 kg/cm² y 350 kg/cm² a los 28 días de edad.

De cada tipo de mezcla se confeccionaron 7 probetas, ensayadas: 2 a los 7, 2 a los 14 días y 3 a los 28 días de edad.

Resistencia de 250 kg/cm²:

NOM.	MEZCLA	MATERIALES	PESO/M3 S.S.S.	ASENT. CM.	DENS. KG/M3	R28 KG/CM2
A	CCHS250-002	CEM. HOLCIM	370	7,50	2357	270
		AGUA	200			
		ARENA	761			
		RIPIO	970			
		VISCOCRETE 2100R	2,96			
I	CCGS250-002	CEM. GUAPÁN	360	9,00	2310	263
		AGUA	192			
		ARENA	893			
		RIPIO	867			
		VISCOCRETE 2100R	2,88			
L	CCHA250-001	CEM. HOLCIM	355	9,00	2350	268
		AGUA	195			
		ARENA	805			
		RIPIO	949			
		ADITEC SF-106	4,97			
N	CCGA250-001	CEM. GUAPÁN	350	10,00	2346	273
		AGUA	185			
		ARENA	916			
		RIPIO	867			
		ADITEC SF-106	4,90			

**Resistencia de 350 kg/cm²:**

NOM.	MEZCLA	MATERIALES	PESO/M3 S.S.S.	ASENT. CM.	DENS. KG/M3	R28 KG/CM2
B	CCHS350-001	CEM. HOLCIM	415	9,00	2375	365
		AGUA	200			
		ARENA	746			
		RIPIO	949			
		VISCOCRETE 2100R	3,32			
H	CCGS350-002	CEM. GUAPÁN	400	10,00	2363	359
		AGUA	190			
		ARENA	880			
		RIPIO	851			
		VISCOCRETE 2100R	3,20			
M	CCHA350-001	CEM. HOLCIM	405	8,50	2361	366
		AGUA	190			
		ARENA	792			
		RIPIO	936			
		ADITEC SF-106	5,67			
O	CCGA350-001	CEM. GUAPÁN	415	7,50	2350	361
		AGUA	192			
		ARENA	878			
		RIPIO	830			
		ADITEC SF-106	5,81			



5.2 DISEÑO DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

Existen varios métodos de diseño para los HAC (ref. 19), pero ninguno normalizado, generalmente los métodos de diseño usan el volumen como factor clave, relleno de los vacíos que quedan entre las partículas de los áridos, otros tratan de definir curvas granulométricas óptimas para rellenar los huecos entre los granos de los áridos, otros tratan de evaluar y optimizar la fluidez y la estabilidad de la pasta, luego la de las fracciones de mortero antes de introducir las partículas gruesas, para posteriormente ensayar la mezcla completa del HAC.

A continuación se indica algunos principios de diseño:

Mediante la selección de la cantidad de cemento y adiciones se hace un balance de la fluidez y la viscosidad.

Se añade un superplastificante y, si es necesario se adiciona un aditivo modificador de la viscosidad.

Se debe usar un tipo de cemento adecuado y/o incluir adiciones que controlen el aumento de temperatura y el fisuramiento por retracción térmica.

La pasta es el vehículo para el transporte de los áridos, por lo que deberá ser mayor al volumen de huecos dejados por los áridos, incrementando la fluidez.

La relación gruesos/finos debe ser menor, para que cada partícula gruesa quede cubierta por mortero, reduciendo la posibilidad de bloqueo y segregación.



El proceso de diseño se representa en la siguiente figura:

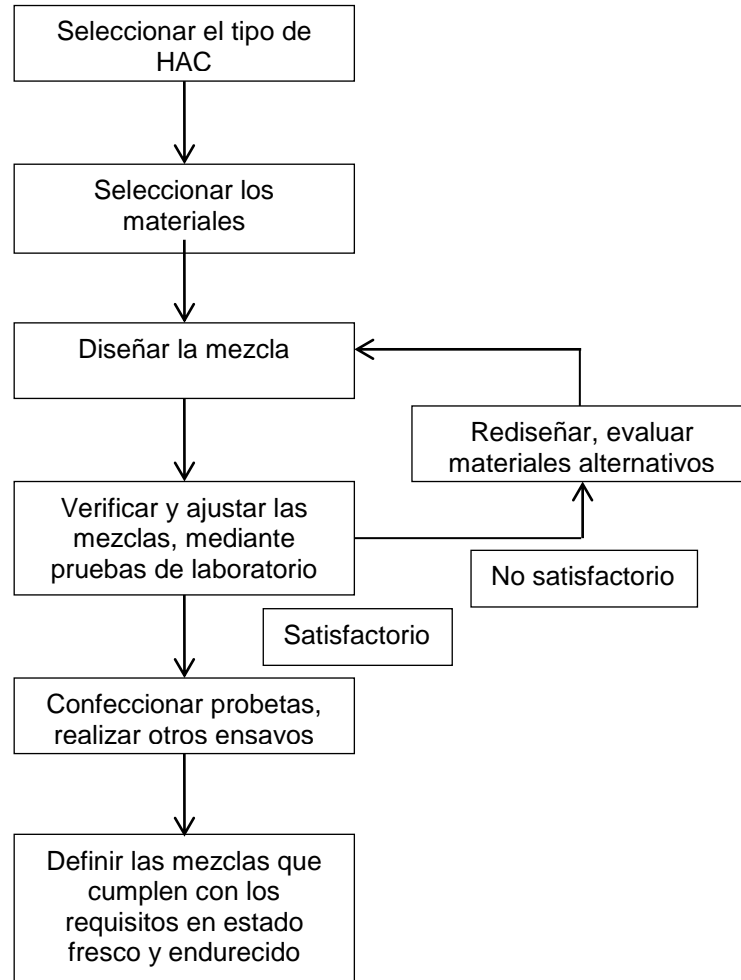


Fig. 5.2 Proceso de diseño para HAC (ref. 20)



Existen tablas que nos puede servir de guía, pero no son restrictivas, algunos componentes de las mezclas pueden salirse de los rangos establecidos.

Componente	Rango en kg/m ³	Rango en lts/m ³
Finos	380 - 600	
Pasta		300 – 380
Agua	150 - 210	150 – 210
Áridos gruesos	750 - 1000	270 – 360
Áridos finos	45 – 55% del peso	total de los áridos
Relación agua/finos por volumen		0,85 – 1,10

Tabla 5.1 Valores guía para el diseño de HAC (ref. 21)

Como guía se puede aplicar un método de diseño, lo importante es obtener mezclas de HAC que cumplan con los requisitos exigidos, tanto en estado fresco como endurecido.

En el presente trabajo de investigación se tomó como guía lo propuesto por el ACI 237R que consiste en:

- Se define la clase de HAC, asumimos clase 1 por ser la que se aplica a la mayoría de obras, según la EFNARC – 2006 Pg. 14
- Los criterios de conformidad para clase 1 son:
Asentamiento = SF1 = 520 – 700 mm
Ensayo en el embudo en V = VF1 \leq 10 s
Capacidad de paso = PA1 \geq 0,75
Ecurrimiento = T₅₀₀ = VS
Relación VS/VF \leq 2
- Se calcula la relación agua/cemento en función de la resistencia especificada, en el presente caso las resistencias de diseño son 250 kg/cm² y 350 kg/cm² en probeta cilíndrica a los 28 días de edad.
- Se establece el contenido de cemento y agua.



- Se impone un valor de la densidad del hormigón fresco, dentro del rango de densidades de hormigón de peso normal.
- Por diferencia se calcula el peso de los áridos.
- Se distribuyen los áridos en función de sus curvas granulométricas, (ver fig. 5.3, curvas 4, 3 propuesto por la Road Research Laboratory, ref. 22 pg. 159), dando como resultado la curva indicada como AJUSTE.
- En laboratorio se procede a correr la mezcla, comprobando que cumpla con las especificaciones del HAC en estado fresco.
- Si no cumple las especificaciones del HAC en estado fresco, se rediseña, procediendo de la misma manera indicada anteriormente, si cumple se continúa con los otros ensayos como: contenido de aire, determinación de la temperatura, densidades, se confeccionan las probetas cilíndricas para que a la edad especificada se proceda a realizar el ensayo de compresión.
- En las primeras mezclas, se diseñó considerando la puzolana como árido fino, pero no se ajustaba a la curva requerida, obteniéndose cantidades altas que incrementó considerablemente la cohesión, produciendo mezclas que no fluían, por lo que se procedió a dosificar en función de un porcentaje del cemento, entre el 10 % y el 12 % se obtuvieron los mejores resultados.
- Otro material que se adicionó a la mezcla fue un incorporador de aire (Sika Aer), con la finalidad de mejorar la cohesión, evitando la exudación, pero los resultados no fueron satisfactorios ya que el hormigón resultó muy poroso con bajas resistencias, por lo que se desechó el uso de éste aditivo.
- Se adicionó microsílca (Sika Fume), obteniéndose mejores resultados en el hormigón fresco y en el fraguado.



TAMIZ (MM.)	%PASA		
	CURVA 4	CURVA 3	AJUSTE
0,149	2	1	3,91
0,297	12	6	13,85
0,590	27	21	33,76
1,190	34	28	49,71
2,380	42	35	60,00
4,760	48	42	65,73
9,520	75	65	72,34
19,100	100	100	98,40

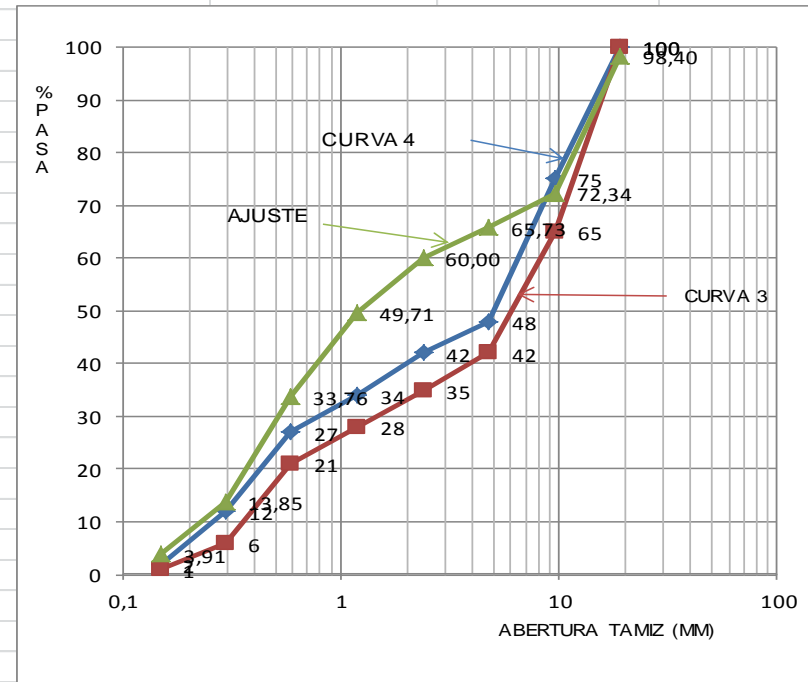


Fig. 5.3 Ajuste de áridos para diseño de HAC (curva 3 y 4, rangos granulométricos de los áridos que nos da una buena trabajabilidad para CC, AJUSTE = mezcla de áridos para HAC)



Los Concretos Convencionales (CC) y los Hormigones Autocompactantes (HAC) fueron confeccionados con los mismos áridos, cementos, agua; para el segundo caso se incorporó a las mezclas otros materiales como: aire, puzolana, microsilica, como se puede observar en las hojas de dosificación que se adjunta en el anexo III, pág. 133 “Diseño de HAC”.

La nomenclatura utilizada es la siguiente:

HAC = Hormigón Autocompactante

H = Cemento Holcim

G = Cemento Guapán

S = Aditivo Sika

A = Aditivo Aditec

250 – 350 = Resistencia del concreto

001, 002 ... = Número de mezcla

Letras AA, BB, CC... = HAC, corresponde a cada tipo de mezcla de Concreto Convencional, ejemplo: AA corresponde a la mezcla A de CC; BB corresponde a la mezcla B de CC, etc.

Ejemplo: mezcla AA-05 = HACHS250-005 = mezcla de Hormigón autocompactante con cemento Holcim, aditivo Sika, para una resistencia de 250 kg/cm², mezcla número 5.

De todas las mezclas en estado fresco, que cumplen con las exigencias de la EFNARC, se confeccionaron 6 probetas para ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días de edad.

A continuación se presenta los diseños que cumplen con las especificaciones para HAC, tanto en estado fresco como resistencia:

Ver Anexo V “Resultado de los ensayos a compresión de los HAC”, pg. 157



MEZCLA AA-08:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Cemento = Holcim

Aditivo = SIKA

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHS250-008		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2										
(AA-08)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)										
		ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA										
		FECHA ELABORACIÓN = 01/09/2011										
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO HOLCIM	3,10				380	380	122,58	6,840	6,840		6,840	
AGUA	1,00				254	210	210,00	4,568	3,780		3,820	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1032	1064	411,00	18,569	19,152	3,37	19,195	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	531	543	206,00	9,567	9,771	1,30	9,691	
VISCOCRETE 2100 R (2,3%)	1,10				8,74	8,74	7,95	0,157	0,157		0,157	
SIKA FUME (6%)	3,10				22,80	22,80	7,35	0,410	0,410		0,410	
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	38,00	39,57	15,57	0,684	0,712	3,83	0,710	
AIRE							20,00					
TOTAL						2266	1000					
						2265	1000					
Relación W/MC =	0,553	0,521	Cap. paso (PA)=	0,78	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,32	S.	Relac. VS/VF =	0,53	<= 2			Pr + Ps =	1562			
ASENTAMIENTO (SF) =	552	520 - 700									Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =	4,41	<=10 S.					Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	20,60		
Observaciones:	buena mezcla		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	1031	Frac. Pasta (%) =	35,61		
	no exuda		Peso =	3476	3474	gr.	Peso de Ripio (kg) =	531	Frac. Mort. (%) =	77,89		
			Densidad =	2213	2211	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	411	Agua	21,00		
			D. Conc. Fres. =	2212	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	206	Finos (kg/m3) =	481		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA BB-04:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Cemento = Holcim

Aditivo = SIKA

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHS350-004		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2										
(BB-04)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA										
FECHA ELABORACIÓN = 16/08/2011											18	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO HOLCIM	3,10				415	415	133,87	7,470	7,470		7,470	
AGUA	1,00				242	198	198,00	4,350	3,564		3,378	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1029	1061	410,00	18,524	19,105	4,92	19,435	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	531	543	206,00	9,567	9,771	0,63	9,627	
VISCOCRETE 2100 R (2%)	1,10				8,30	8,30	7,55	0,149	0,149		0,149	
SIKA FUME (6%)	3,10				24,90	24,90	8,03	0,448	0,448		0,448	
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	41,50	43,21	17,01	0,747	0,778	4,17	0,778	
AIRE							20,00					
TOTAL						2292	2294	1000				
						2292		1000				
Relación W/C =	0,477	0,450	Cap. paso (PA)=	0,75	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	3,79	S.	Relac. VS/VF =	0,40	<= 2			Pr + Ps =	1561			
ASENTAMIENTO (SF) =	620	520 - 700									Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =	9,50	<=10 S.						Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	20,60	
Observaciones:	buena mezcla		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	1030	Frac. Pasta (%) =	35,64		
	no exuda		Peso =	3541	3551	gr.	Peso de Ripio (kg) =	531	Frac. Mort. (%) =	77,74		
			Densidad =	2254	2260	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	410	Agua	19,80		
			D. Conc. Fres. =	2257	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	206	Finos (kg/m3) =	522		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA LL-03:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Cemento = Holcim

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHA250-003 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(LL-03) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA												
FECHA ELABORACIÓN = 05/09/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT.	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG	
CEMENTO HOLCIM	3,10				415	415	133,87	7,470	7,470		7,470	
AGUA	1,00				265	223	223,00	4,773	4,014		4,109	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	994	1025	396,00	17,891	18,453	3,31	18,483	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	511	522	198,00	9,195	9,392	0,63	9,253	
ADITEC SF-106 (2,8%)	1,17				11,62	11,62	9,93	0,209	0,209		0,209	
PUZOLANA (11%)	2,71	2,54	2,44	4,12	45,65	47,53	18,71	0,822	0,856	5,80	0,869	
AIRE							20,00					
TOTAL					2242	2244	1000					
					2243			1000				
Relación W/C =	0,537		Cap. paso (PA)=	0,76	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,10	S.	Relac. VS/VF =	0,46	<= 2		Pr + Ps = 1506					
ASENTAMIENTO (SF) =	573	520 - 700								Diseño		
VISCOSIDAD (VF) =	4,55	<=10 S.						Ps/Pr (peso)=		1,941	Vol. Ripio (%) = 19,80	
Observaciones:	buena mezcla		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =		994	Vol. Ripio (%) = 19,80		
	no exuda		Peso =	3631	3594	gr.	Peso de Ripio (kg) =		512	Frac. Mort. (%) = 78,15		
	pierde trabajabilidad rápidamente		Densidad =	2311	2288	kg/m3	Volumen Arena (lts) =		396	Agua = 22,30		
			D. Conc. Fres. =	2299		kg/m3.	Volumen Ripio (lts) =		198	Finos (kg/m3) = 499		
TAMIZ	A1	A2	A3	Y1	CURVA DE							
	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	Y1		SUM. A1*A1 =		46805			
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A2 =		11533	Arena =	0,676	0,66	
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A3 =		0	Ripio =	0,348	0,34	
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*Y1 =		35636	suma =	1,024		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A2*A2 =		9431				
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A3 =		0				
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*Y1 =		11075				
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A3*A3 =		0				
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*Y1 =		0				
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =		0				



MEZCLA MM-02:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Cemento = Holcim

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHA350-002 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2												
(MM-02) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA												
FECHA ELABORACIÓN = 05/09/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO HOLCIM	3,10				480	480	154,84	8,640	8,640		8,640	
AGUA	1,00				268	228	228,00	4,828	4,104		4,193	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	949	979	378,00	17,078	17,614	3,31	17,643	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	488	498	189,00	8,777	8,965	0,63	8,832	
ADITEC SF-106 (2,5%)	1,17				12,00	12,00	10,26	0,216	0,216		0,216	
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	48,00	49,98	19,67	0,864	0,900	5,80	0,914	
AIRE							20,00					
TOTAL					2245	2247	1000					
					2245		1000					
Relación W/C =	0,475		Cap. paso (PA)=	0,75	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,23	S.	Relac. VS/VF =	0,30	<= 2	Pr + Ps =	1437					
ASENTAMIENTO (SF) =	593	520 - 700									Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =	7,48	<=10 S.				Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	18,90			
Observaciones:	buena mezcla		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	948	Fracc. Pasta (%) =	41,31		
	no exuda		Peso =	3567	3509	gr.	Peso de Ripio (kg) =	489	Fracc. Mort. (%) =	79,08		
	pierde plasticidad rápidamente		Densidad =	2271	2234	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	378	Agua	22,80		
			D. Conc. Fres. =	2252	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	189	Finos (kg/m3) =	565		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA NN-01:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Cemento = Guapán

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGA250-001 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(NN-01) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA												
FECHA ELABORACIÓN = 06/09/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT.	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG.	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				410	410	132,26	7,380	7,380		7,380	
AGUA	1,00				256	213	213,00	4,605	3,834		4,044	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1009	1041	402,00	18,162	18,733	2,75	18,662	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	521	532	202,00	9,381	9,582	0,60	9,437	
ADITEC SF-106 (2,95%)	1,17				12,10	12,10	10,34	0,218	0,218		0,218	
PUZOLANA (12%)	2,71	2,54	2,44	4,12	49,20	51,23	20,16	0,886	0,922	4,76	0,928	
AIRE							20,00					
TOTAL					2257	2259	1000					
					2257		1000					
Relación W/C =	0,520		Cap. paso (PA)=	0,86	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,10	S.	Relac. VS/VF =	0,29	<= 2							
ASENTAMIENTO (SF) =	665	520 - 700										Diseño
VISCOSIDAD (VF) =	7,17	<=10 S.						Ps/Pr (peso)=	1,941			Vol. Ripio (%) = 20,20
Observaciones:	buena mezcla		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	1010		Fracc. Pasta (%) =		37,56
			Peso =	3562	3551	gr.	Peso de Ripio (kg) =	520		Fracc. Mort. (%) =		77,78
			Densidad =	2267	2260	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	402		Agua		21,30
			D. Conc. Fres. =	2264	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	202		Finos (kg/m3) =		499
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676			0,66
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348			0,34
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA OO-01:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Cemento = Guapán

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGA350-001		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2										
(OO-01)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)										
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA										
		FECHA ELABORACIÓN = 06/09/2011										
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT.	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				490	490	158,06	8,820	8,820		8,820	
AGUA	1,00				262	222	222,00	4,722	3,996		4,193	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	951	981	379,00	17,123	17,661	2,75	17,594	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	490	501	190,00	8,824	9,012	0,60	8,877	
ADITEC SF-106 (2,5%)	1,17				12,25	12,25	10,47	0,221	0,221		0,221	
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	49,00	51,02	20,08	0,882	0,918	4,76	0,924	
AIRE							20,00					
TOTAL					2255	2257	1000					
					2255			1000				
Relación W/C =	0,453		Cap. paso (PA)=	0,95	>= 0,75							
ESCURR. (f500) = VS =	1,85	S.	Relac. VS/VF =	0,35	<= 2			Pr + Ps = 1441				
ASENTAMIENTO (SF) =	680	520 - 700						Diseño				
VISCOSIDAD (VF) =	5,35	<=10 S.						Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	19,00	
Observaciones:	buena mezcla	Vol. Prob. =		1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	951	Fracc. Pasta (%) =	41,05		
	no exuda	Peso =		3543	3571	gr.	Peso de Ripio (kg) =	490	Fracc. Mort. (%) =	78,96		
		Densidad =		2255	2273	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	379	Agua	22,20		
		D. Conc. Fres. =		2264	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	190	Finos (kg/m3) =	576		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA II-06:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Cemento = Guapán

Aditivo = SIKA

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGS250-006 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(II-06) MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA												
FECHA ELABORACIÓN = 10/09/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.		PESO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT.	PESO HUM.
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%		KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO GUAPÁN	3,10					445	445	143,55	8,010	8,010		8,010
AGUA	1,00					266	225	225,00	4,788	4,050		4,190
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		966	997	385,00	17,394	17,940	3,16	17,944
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		498	509	193,00	8,963	9,155	0,50	9,008
VISCOCRETE 2100 R (2,0%)	1,10					8,90	8,90	8,09	0,160	0,160		0,160
SIKA FUME (6%)	3,10					22,25	22,25	7,18	0,401	0,401		0,401
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12		44,50	46,33	18,24	0,801	0,834	4,50	0,837
AIRE								20,00				
TOTAL						2251	2253	1000				
						2252		1000				
Relación W/C =	0,506	0,482	Cap. paso (PA)=	0,87	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,23	S.	Relac. VS/VF =	0,37	<= 2				Pr + Ps =	1465		
ASENTAMIENTO (SF) =	660	520 - 700							Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	19,30
VISCOSIDAD (VF) =	6,04	<=10 S.									Fracc. Pasta (%) =	39,49
Observaciones:	buena mezcla	Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	967	Fracc. Mort. (%) =	78,88			
		Peso =	3623	3607	gr.	Peso de Ripio (kg) =	498	Agua	22,50			
		Densidad =	2306	2296	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	385	Volumen Ripio (lts) =	193			
		D. Conc. Fres. =	2301	kg/m3.				Finos (kg/m3) =	550			
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA HH-04:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Cemento = Guapán

Aditivo = SIKA

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGS350-004 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2												
(HH-04) MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA												
FECHA ELABORACIÓN = 10/09/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				490	490	158,06	8,820	8,820		8,820	
AGUA	1,00				260	220	220,00	4,681	3,960		4,097	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	944	973	376,00	16,988	17,521	3,16	17,524	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	488	498	189,00	8,777	8,965	0,50	8,821	
VISCOCRETE 2100 R (2,0%)	1,10				9,80	9,80	8,91	0,176	0,176		0,176	
SIKA FUME (5%)	3,10				24,50	24,50	7,90	0,441	0,441		0,441	
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	49,00	51,02	20,08	0,882	0,918	4,50	0,922	
AIRE							20,00					
TOTAL					2265	2267	1000					
					2265		1000					
Relación W/C =	0,449	0,428	Cap. paso (PA)=	0,90	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,35	S.	Relac. VS/VF =	0,34	<= 2	Pr + Ps =	1432					
ASENTAMIENTO (SF) =	680	520 - 700									Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =	6,91	<=10 S.				Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	18,90			
Observaciones:			Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	945	Fracc. Pasta (%) =	40,71		
			Peso =	3666	3641	gr.	Peso de Ripio (kg) =	487	Fracc. Mort. (%) =	79,09		
			Densidad =	2334	2318	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	376	Agua	22,00		
			D. Conc. Fres. =	2326	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	189	Finos (kg/m3) =	600		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA LL-04:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Cemento = Holcim

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHA250-004		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2										
(LL-04)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)										
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA										
		FECHA ELABORACIÓN = 15/09/2011										
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO HOLCIM	3,10				440	440	141,94	7,920	7,920		7,920	
AGUA	1,00				276	235	235,00	4,966	4,230		4,522	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	964	994	384,00	17,349	17,894	2,28	17,745	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	495	506	192,00	8,916	9,107	0,50	8,961	
ADITEC SF-106 (2,5%)	1,17				11,00	11,00	9,40	0,198	0,198		0,198	
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	44,00	45,81	18,03	0,792	0,825	4,50	0,828	
AIRE							20,00					
TOTAL					2230	2232	1000					
					2230		1000					
Relación W/C =	0,534		Cap. paso (PA)=	0,76	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	1,37	S.	Relac. VS/VF =	0,53	<= 2	Pr + Ps =	1459					
ASENTAMIENTO (SF) =	590	520 - 700										Diseño
VISCOSIDAD (VF) =	2,58	<=10 S.				Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	19,20			
Observaciones:	perde plasticidad rápidamente		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	963	Frac. Pasta (%) =	40,63		
			Peso =	3705	3666	gr.	Peso de Ripio (kg) =	496	Frac. Mort. (%) =	78,84		
			Densidad =	2358	2334	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	384	Agua	23,50		
			D. Conc. Fres. =	2346	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	192	Finos (kg/m3) =	522		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA MM-03:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Cemento = Holcim

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)															
MEZCLA: HACHA350-003		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2													
(MM-03)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)													
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA													
		FECHA ELABORACIÓN = 15/09/2011													
18															
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.						
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT.	PESO HUM.				
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG.				
CEMENTO HOLCIM	3,10				470	470	151,61	8,460	8,460		8,460				
AGUA	1,00				257	215	215,00	4,618	3,870		4,168				
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	979	1010	390,00	17,620	18,173	2,28	18,022				
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	506	517	196,00	9,102	9,297	0,50	9,148				
ADITEC SF-106 (3%)	1,17				14,10	14,10	12,05	0,254	0,254		0,254				
PUZOLANA (8%)	2,71	2,54	2,44	4,12	37,60	39,15	15,41	0,677	0,705	4,50	0,707				
AIRE							20,00								
TOTAL					2263	2264	1000								
					2262		1000								
Relación W/C =	0,457		Cap. paso (PA)=	0,82	>= 0,75										
ESCURR. (T500) = VS =	2,41	S.	Relac. VS/VF =	0,41	<= 2	Pr + Ps =		1484							
ASENTAMIENTO (SF) =	605	520 - 700										Diseño			
VISCOSIDAD (VF) =	5,87	<=10 S.				Ps/Pr (peso)=		1,941		Vol. Ripio (%) =		19,60			
Observaciones:	buena mezcla	Vol. Prob. =		1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =		979		Frac. Pasta (%) =		39,87		
		Peso =		3657	3614	gr.	Peso de Ripio (kg) =		505		Frac. Mort. (%) =		78,41		
		Densidad =		2328	2300	kg/m3	Volumen Arena (lts) =		390		Agua		21,50		
		D. Conc. Fres. =		2314	kg/m3.	Volumen Ripio (lts) =		196		Finos (kg/m3) =		546			
	A1	A2	A3	Y1											
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE										
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =		46805							
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =		11533		Arena =		0,676		0,66	
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =		0		Ripio =		0,348		0,34	
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =		35636		suma =		1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =		9431							
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =		0							
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =		11075							
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =		0							
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =		0							



MEZCLA NN-02:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Cemento = Guapán

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGA250-002 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(NN-02) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA												
FECHA ELABORACIÓN = 27/09/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	DENS. ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				415	415	133,87	7,470	7,470		7,470	
AGUA	1,00				255	212	212,00	4,588	3,816		3,849	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1012	1043	403,00	18,208	18,779	3,78	18,896	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	521	532	202,00	9,381	9,582	0,50	9,428	
ADITEC SF-106 (2,4%)	1,17				9,96	9,96	8,51	0,179	0,179		0,179	
PUZOLANA (12%)	2,71	2,54	2,44	4,12	49,80	51,85	20,41	0,896	0,933	4,58	0,937	
AIRE							20,00					
TOTAL					2262	2264	1000					
					2263		1000					
Relación W/C =	0,511		Cap. paso (PA)=	0,85	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	1,44	S.	Relac. VS/VF =	0,15	<= 2		Pr + Ps =	1533				
ASENTAMIENTO (SF) =	680	520 - 700									Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =	9,40	<=10 S.					Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	20,20		
Observaciones:	buena mezcla		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	1012	Frac. Pasta (%) =	37,44		
			Peso =	3639	3554	gr.	Peso de Ripio (kg) =	521	Frac. Mort. (%) =	77,78		
			Densidad =	2316	2262	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	403	Agua	21,20		
			D. Conc. Fres. =	2289	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	202	Finos (kg/m3) =	504		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA OO-02:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Cemento = Guapán

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGA350-002		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2										
(OO-02)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA										
FECHA ELABORACIÓN = 27/09/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.		PESO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT.	PESO HUM.
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%		KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO GUAPÁN	3,10					495	495	159,68	8,910	8,910		8,910
AGUA	1,00					258	217	217,00	4,640	3,906		3,937
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		961	992	383,00	17,304	17,847	3,78	17,958
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		495	506	192,00	8,916	9,107	0,50	8,961
ADITEC SF-106 (2,0%)	1,17					9,90	9,90	8,46		0,178		0,178
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12		49,50	51,54	20,29	0,891	0,928	4,58	0,932
AIRE								20,00				
TOTAL						2269	2271	1000				
						2270		1000				
Relación W/C =	0,438		Cap. paso (PA)=	0,91	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	1,48	S.	Relac. VS/VF =	0,29	<= 2				Pr + Ps =	1458		
ASENTAMIENTO (SF) =	690	520 - 700										Diseño
VISCOSIDAD (VF) =	5,19	<=10 S.						Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	19,20	
Observaciones:	buena mezcla no exuda		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	962	Frac. Pasta (%) =	40,51		
			Peso =	3660	3632	gr.	Peso de Ripio (kg) =	496	Frac. Mort. (%) =	78,84		
			Densidad =	2330	2312	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	383	Agua	21,70		
			D. Conc. Fres. =	2321	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	192	Finos (kg/m3) =	582		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA NN-03:

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Cemento = Guapán

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGA250-003 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(NN-03) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA												
FECHA ELABORACIÓN = 29/09/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				465	465	150,00	8,370	8,370		8,370	
AGUA	1,00				271	231	231,00	4,887	4,158		4,087	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	954	984	380,00	17,168	17,707	4,38	17,920	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	493	503	191,00	8,870	9,060	0,50	8,914	
ADITEC SF-106 (1,7%)	1,17				7,91	7,91	6,76	0,142	0,142		0,142	
PUZOLANA (11%)	2,71	2,54	2,44	4,12	51,15	53,26	20,96	0,921	0,959	4,55	0,963	
AIRE							20,00					
TOTAL					2242	2244	1000					
					2242		1000					
Relación W/C =	0,497		Cap. paso (PA)=	0,85	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,55	S.	Relac. VS/VF =	0,66	<= 2			Pr + Ps =	1446			
ASENTAMIENTO (SF) =	585	520 - 700									Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =	3,85	<=10 S.						Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	19,10	
Observaciones:			Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	955	Frac. Pasta (%) =	40,78		
			Peso =	3618	3619	gr.	Peso de Ripio (kg) =	492	Frac. Mbrt. (%) =	78,87		
			Densidad =	2303	2304	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	380	Agua	23,10		
			D. Conc. Fres. =	2303	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	191	Finos (kg/m3) =	553		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



MEZCLA OO-03:

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Cemento = Guapán

Aditivo = ADITEC

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGA350-003		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2										
(OO-03)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)										
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA										
		FECHA ELABORACIÓN = 29/09/2011										
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO	PESO S.S.S.	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S.	HUM. NAT.	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				510	510	164,52	9,180	9,180		9,180	
AGUA	1,00				269	229	229,00	4,836	4,122		4,052	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	934	963	372,00	16,807	17,335	4,38	17,543	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	482	493	187,00	8,684	8,870	0,50	8,728	
ADITEC SF-106 (1,50%)	1,17				7,65	7,65	6,54		0,138		0,138	
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	51,00	53,10	20,90	0,918	0,956	4,55	0,960	
AIRE							20,00					
TOTAL					2253	2256	1000					
					2253		1000					
Relación W/C =	0,449		Cap. paso (PA)=	0,76	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,69	S.	Relac. VS/VF =	0,90	<= 2		Pr + Ps =	1416				
ASENTAMIENTO (SF) =	550	520 - 700									Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =	2,98	<=10 S.					Ps/Pr (peso)=	1,941	Vol. Ripio (%) =	18,70		
Observaciones:			Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	934	Fracc. Pasta (%) =	42,01		
			Peso =	3619	3607	gr.	Peso de Ripio (kg) =	481	Fracc. Mort. (%) =	79,30		
			Densidad =	2304	2296	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	372	Agua	22,90		
			D. Conc. Fres. =	2300	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	187	Finos (kg/m3) =	597		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



A continuación se presenta un resumen de la dosificación de las mezclas de HAC para resistencias de 250 kg/cm² y 350 kg/cm² a los 28 días de edad, con Cemento Holcim, Cemento Guapán, aditivos Sika, aditivos Aditec.

De cada tipo de mezcla se confeccionaron 7 probetas, ensayadas: 2 a los 7, 2 a los 14 días y 3 a los 28 días de edad.

Resistencia de diseño = 250 kg/cm²:

NOM.	MEZCLA	MATER.	KG/M3 S.S.S.	T _{500 S} VS	ASENT. SF	VISC. VF	C.P. PA	VS/VF	D. FR. kg/m ³	R28 kg/cm ²
AA-08	HACHS250-008	C.H.	380	2,32	552	4,41	0,78	0,53	2212	261
		AGUA	210							
		ARENA	1064							
		RIPIO	543							
		VISC.	8,74							
		S. F.	22,80							
		PUZ.	39,57							
LL-03	HACHA250-003	C. H.	415	2,10	573	4,55	0,76	0,46	2299	268
		AGUA	223							
		ARENA	1025							
		RIPIO	522							
		ADITEC	11,62							
		PUZ.	47,53							
II-06	HACGS250-006	C. G.	445	2,23	660	6,04	0,87	0,37	2301	266
		AGUA	225							
		ARENA	997							
		RIPIO	509							
		VISC.	8,90							



NOM.	MEZCLA	MATER.	KG/M3 S.S.S.	T ₅₀₀ S VS	ASENT. SF	VISC. VF	C.P. PA	VS/VF	D. FR. kg/m ³	R28 kg/cm ²
		S. F.	22,25							
		PUZ.	46,33							
NN-02	HACGA250-002	C. G.	415	1,44	680	9,40	0,85	0,15	2289	257
		AGUA	212							
		ARENA	1043							
		RIPIO	532							
		ADITEC	9,96							
		PUZ.	51,85							

Resistencia de diseño = 350 kg/cm²:

NOM.	MEZCLA	MATER.	KG/M3 S.S.S.	T ₅₀₀ S VS	ASENT. SF	VISC. VF	C. P. PA	VS/VF	D. FR. kg/m ³ .	R28 kg/cm ²
BB-04	HACHS350-004	C. H.	415	3,79	620	9,50	0,75	0,40	2257	376
		AGUA	198							
		ARENA	1061							
		RIPIO	543							
		VISC.	8,30							
		S. F.	24,90							
		PUZ.	43,21							
MM-02	HACHA350-002	C. H.	480	2,23	593	7,48	0,75	0,30	2252	372
		AGUA	228							
		ARENA	979							
		RIPIO	498							



NOM.	MEZCLA	MATER.	KG/M3 S.S.S.	T ₅₀₀ S VS	ASENT. SF	VISC. VF	C. P. PA	VS/VF	D. FR kg/m ³ .	R28 kg/cm ²
		ADITEC	12,00							
		PUZ.	49,98							
00-01	HACGA350-001	C. G.	490	1,85	680	5,35	0,95	0,35	2264	358
		AGUA	222							
		ARENA	981							
		RIPIO	501							
		ADITEC	12,25							
		PUZ.	51,02							
HH-04	HACGS350-004	C. G.	510	2,35	680	6,91	0,90	0,34	2326	357
		AGUA	215							
		ARENA	968							
		RIPIO	495							
		VISC.	10,20							
		S. F.	25,50							
		PUZ.	53,10							

NOMENCLATURA:

C.H. = Cemento Holcim

VISC. = Aditivo Viscocrete 2100 R

S.F. = Aditivo Sika Fume

VS = Escurrimiento T₅₀₀

VF = Viscosidad

D.FR. = Dens. Con. Fresco

C.G. = Cemento Guapán

ADITEC = Aditivo Aditec SF-106

PUZ. = Puzolana

SF = Asentamiento

PA = Capacidad de paso

R28 = Resistencia del concreto



CAPÍTULO 6.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se hace un análisis de los resultados de los diferentes ensayos realizados en las mezclas de CC y de HAC.

6.1 TEMPERATURA DEL CONCRETO:

En las tablas 6.1 y 6.2 se presenta la variación de la temperatura vs tiempo del CC y del HAC.

CONCRETO CONVENCIONAL:

FECHA ENSAYO	NOM.	MEZCLA	TEMP. AMBIENTE	TEMPERATURA DEL CONCRETO			
				5'	30'	60'	90'
13/07/2011	A	CCHS250-002	14,8	15,40	15,20	15,20	15,20
13/07/2011	B	CCHS350-001	15,0	15,60	16,60	17,00	17,40
	H	CCGS350-002	17,5	18,80	18,80	18,70	
	I	CCGS250-003	14,8	15,20	15,40	15,30	15,30

Tabla 6.1 Temperatura vs Tiempo

HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE:

FECHA ENSAYO	NOM.	MEZCLA	5 MINUTOS		15 MINUTOS		30 MINUTOS		45 MINUTOS		60 MINUTOS	
			T. AMB. (°C)	T. CONC. (°C)	T. AMB. (°C)	T. CONC. (°C)	T. AMB. (°C)	T. CONC. (°C)	T. AMB. (°C)	T. CONC. (°C)	T. AMB. (°C)	T. CONC. (°C)
ADITIVO VISCOCRETE 2100R (SIKA):												
25/10/2011	AA-08	HACHS250-008	19,80	20,30	20,40	21,90	21,50	21,80	20,80	21,60	22,10	22,80
ADITIVO ADITEC 106F (ADITEC):												
25/10/2011	LL-03	HACHA250-003	22,10	24,80	22,60	25,40	22,80	25,60	22,90	24,80	22,40	24,10

Tabla 6.2 Temperatura vs tiempo



La variación de temperatura del concreto CC y del HAC hasta los 60 minutos es inferior a los 2°C, no presentará problemas por retracciones. En caso de ser utilizado en obras, periódicamente se deberá monitorear la temperatura del concreto.

6.2 ASENTAMIENTO VS TIEMPO

En la fig. 6.1 se presenta la variación del asentamiento vs tiempo en Concreto Convencional

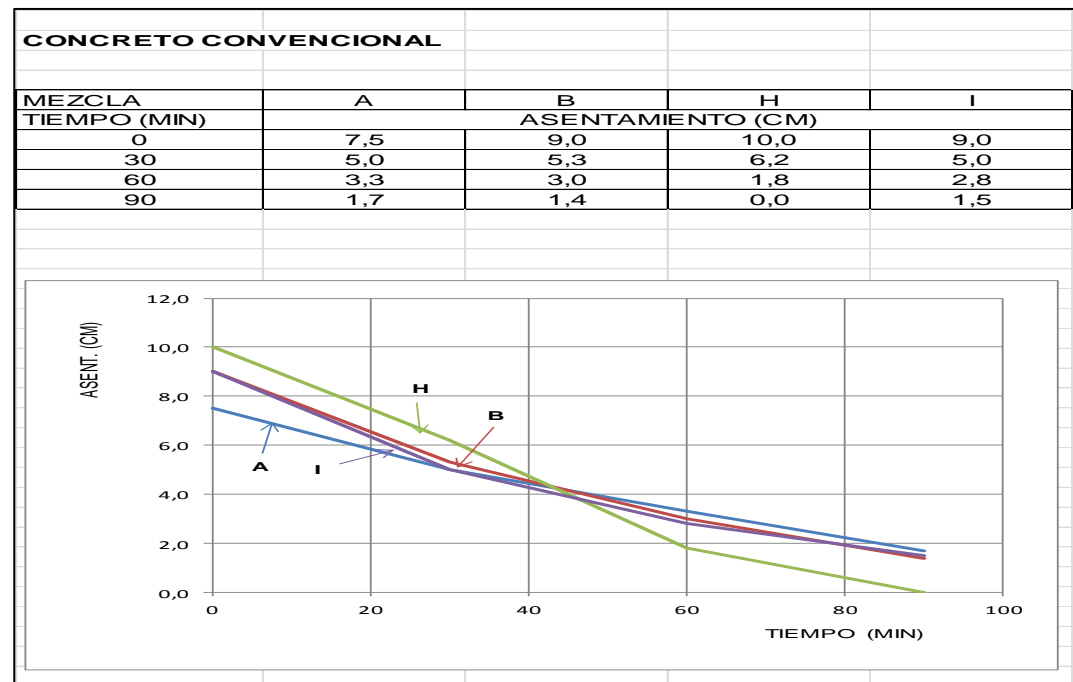


Fig. 6.1 Asentamiento vs. Tiempo

En 40 minutos el asentamiento disminuye aproximadamente a la mitad, perdiendo considerablemente la trabajabilidad, a partir de éste tiempo no sería recomendable colocar el concreto.



6.3 CONTENIDO DE AIRE

En la tabla 6.3 se presenta el porcentaje de aire contenido en la mezcla en CC y en HAC.

% AIRE				ADITIVO
CC		HAC		
MEZCLA	%	MEZCLA	%	
I	2,90	II	7,85	VISCOCRETE 2100R
L	1,50	LL	1,25	ADITEC SF-106
B	2,40	BB	7,35	VISCOCRETE 2100R
O	1,50	OO	1,35	ADITEC SF-106

Tabla 6.3 Resumen del contenido de aire para CC y HAC

El aditivo Viscocrete 2100R elaborado por SIKA incorpora aire a la mezcla: en CC entre el 2,4% y el 2,9% y en HAC entre el 7,35% y el 7,85%, lo que variará en función del porcentaje de aditivo.

El aditivo Aditec SF-106 elaborado por ADITEC, incorpora una pequeña cantidad de aire, entre el 1,35% y el 1,5%, tanto para CC como para HAC.

6.4 MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO Y RELACIÓN DE POISSON

El Módulo de Elasticidad es utilizado en el análisis y diseño de estructuras de concreto, se puede estimar en función de la resistencia a compresión simple y/o en función de la densidad.

Varios organismos han planteado ecuaciones como:

$$\text{ACI: } E_c = 0,05W^{1,5}(f'c)^{1/2}; \quad W = \text{densidad, } f'c = \text{resistencia en kg/cm}^2$$

$$\text{ACI: } E_c = 14000 (f'c)^{1/2}; \quad f'c = \text{resistencia en kg/cm}^2$$

Norma Colombiana NSR-98, propone: $E_c = 12500 (f'c)^{1/2}$; $f'c = \text{resistencia en kg/cm}^2$

Investigaciones realizadas en Colombia propone: $E_c = 6250 (f'c)^{1/2}$; $f'c = \text{resistencia en kg/cm}^2$

Otras investigaciones: $E_c = 3900 (f'c)^{1/2}$; $f'c = \text{resistencia en MPa}$.



Son varios los factores que influyen en el Módulo de Elasticidad como: forma, textura, porosidad, módulo de elasticidad de los agregados, módulo de elasticidad de la matriz de la pasta, porosidad, dosificación de la mezcla, contenido de humedad de los especímenes, velocidad de aplicación de la carga.

En la tabla 6.4 se presenta el resumen de las resistencias a compresión, Módulo de Elasticidad y Relación de Poisson obtenidas en el laboratorio.

RESUMEN MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
CONCRETO CONVENCIONAL			HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE		
RESISTENCIA KG/CM ²	MÓD. ELAS. KG/CM ²	RELACIÓN POISSON	RESISTENCIA KG/CM ²	MÓD. ELAS. KG/CM ²	RELACIÓN POISSON
273	105761	0,188	250	79725	0,197
269	136160	0,194	249	83188	0,208
286	107415	0,190	255	93608	0,216
268	114153	0,187	263	104505	0,195
354	159157	0,187	322	110585	0,199
361	169497	0,186	313	111970	0,203
355	140320	0,188	232	99269	0,200
364	138411	0,182	242	96102	0,196
CONCRETO CONVENCIONAL:			EC = K*(F'c) 1/2		
RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²) =	274	RAÍZ CUAD. F'c =	16,553		
MÓDULO DE ELASTICIDAD (KG/CM ²) =	115872	K =	7000		
RELACIÓN DE POISSON =	0,190				
RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²) =	359	RAÍZ CUAD. F'c =	18,934		
MÓDULO DE ELASTICIDAD (KG/CM ²) =	151846	K =	8020		
RELACIÓN DE POISSON =	0,186				
HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE:					
RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²) =	249	RAÍZ CUAD. F'c =	15,764		
MÓDULO DE ELASTICIDAD (KG/CM ²) =	92733	K =	5883		
RELACIÓN DE POISSON =	0,202				
RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²) =	318	RAÍZ CUAD. F'c =	17,819		
MÓDULO DE ELASTICIDAD (KG/CM ²) =	111278	K =	6245		
RELACIÓN DE POISSON =	0,201				

Tabla 6.4. Resumen del Módulo de Elasticidad y Relación de Poisson para CC y HAC



De acuerdo a los resultados obtenidos, se plantea las siguientes ecuaciones:

Concreto Convencional: $E_c = (7000 - 8000) (f'c)^{1/2}$

Hormigón Autocompactante: $E_c = (5800 - 6200) (f'c)^{1/2}$

$f'c$ = resistencia del concreto en kg/cm^2

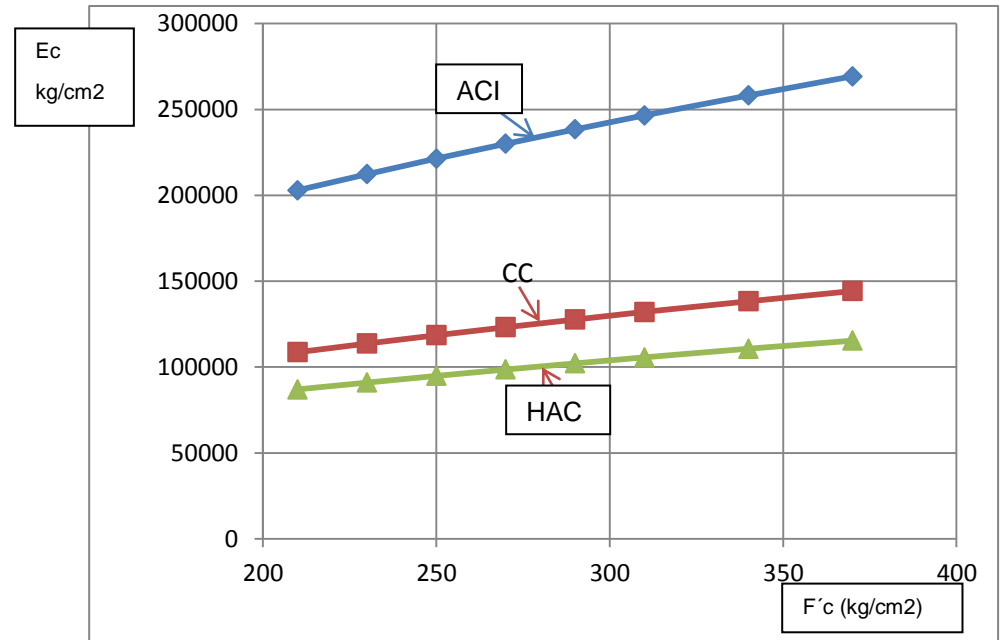


Fig. 6.2 Módulo de Elasticidad: A.C.I. ($E_c = 14000(f'c)^{1/2}$), Concreto Convencional (CC) Hormigón Autocompactante (HAC)

RELACIÓN DE POISSON:

A continuación se indica los valores calculados:

Concreto Convencional = 0,18 - 0,19

Hormigón Autocompactante = 0,20



6.5 CRITERIOS DE RECHAZO DE LAS MEZCLAS DE HAC

MEZCLAS AA: Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Materiales utilizados: Cemento Holcim

Aditivo: Viscocrete 2100 R

Aditivo: Sika Fume (microsílica)

Aditivo: Sika Aer RMC (incorporador de aire)

Puzolana de Llacao

Áridos del Jubones (Mina Heredia)

AA-01: HACHS250-001

Criterios de rechazo: No cumple con el ensayo de asentamiento, el valor determinado se encuentra fuera del límite inferior.

No cumple con el ensayo de capacidad de paso, no llega al tope de la caja en L, la puzolana aumenta la cohesión, impidiendo que la mezcla fluya, se debe disminuir el contenido de puzolana.

AA-02: HACHS250-002

Criterios de rechazo: A pesar que se aumenta el contenido de aditivo y la cantidad de agua, la mezcla no fluye.

AA-03: HACHS250-003

Criterios de rechazo: No se adiciona puzolana, la mezcla fluye pero exuda bastante.

AA-04: HACHS250-004

Criterios de rechazo: Se adiciona puzolana en menor cantidad que en las mezclas AA-01 y AA-02, la mezcla no fluye, se concluye que la adición de puzolana incrementa la cohesión, requiriendo mayor cantidad de agua.



AA-05: HACHS250-005

Criterios de rechazo: No se adiciona puzolana, se incrementa el contenido de aditivo al 2,5%, la mezcla se demora en fraguar, se concluye que el máximo porcentaje de aditivo a ser adicionado debe ser del 2%, a fin de evitar problemas de fraguado. Las densidades y las resistencias obtenidas son bajas.

AA-06: HACHS250-006

Criterios de rechazo: Se adiciona un incorporador de aire (Sika Aer RMC), se obtiene una buena mezcla, con poca exudación, los cilindros confeccionados presentan mucha porosidad, las resistencias son bajas.

AA-07: HACHS250-007

Criterios de rechazo: A la mezcla AA-06 se adiciona puzolana, se obtiene una buena mezcla, sin exudación, los cilindros confeccionados presentan mucha porosidad, bajas resistencias.

AA-08: HACHS250-008

Se utilizaron los aditivos Viscocrete 2100 R (2,3%) y Sika Fume (6%), puzolana (10%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC en estado fresco y con la resistencia especificada (250 kg/cm^2); se procede a realizar el resto de ensayos.

AA-09: HACHS250-009

Criterios de rechazo: Se disminuye el porcentaje de aditivo a 1,6%, la mezcla no fluye, requiere mucha agua.

MEZCLAS BB: Resistencia de diseño = 350 kg/cm^2

Materiales utilizados: Cemento Holcim

Aditivo: Viscocrete 2100 R

Aditivo: Sika Fume (microsílica)



Aditivo: Sika Aer RMC (incorporador de aire)

Puzolana de Llaoca

Áridos del Jubones (Mina Heredia)

BB-01: HACHS350-001

Criterios de rechazo: Se dosifica el aditivo Viscocrete 2100 R (2,5%), se tiene problemas en el fraguado del concreto, para las siguientes mezclas se disminuye el porcentaje de aditivo, las resistencias son bajas.

BB-02: HACHS350-002

Criterios de rechazo: se adiciona a la mezcla Sika Aer RMC (incorporador de aire), obteniéndose una buena mezcla, que cumple con las exigencias de la EFNARC en estado fresco, presenta poca exudación, los cilindros presentan mucha porosidad, baja densidad y baja resistencia.

BB-03: HACHS350-003

Criterios de rechazo: se adiciona a la mezcla Sika Aer RMC (incorporador de aire) y puzolana, obteniéndose una buena mezcla, que cumple con las exigencias de la EFNARC en estado fresco, no presenta exudación, los cilindros presentan alta porosidad, baja densidad y baja resistencia.

BB-04: HACHS350-004

Se utilizan los aditivos Viscocrete 2100 R (2%) y Sika Fume (6%), puzolana (10%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, cumple con las exigencias de la EFNARC, no exuda, cumple con la resistencia especificada (350 kg/cm^2), se procede a realizar el resto de ensayos.

BB-05: HACHS350-005

Criterios de rechazo: Se disminuye el porcentaje de Viscocrete 2100 R (1,5%), a pesar que se aumenta el contenido de agua, la mezcla no fluye.



MEZCLAS HH: Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Materiales utilizados: Cemento Guapán
Aditivo: Viscocrete 2100 R
Aditivo: Sika Fume (microsílica)
Aditivo: Sika Aer RMC (incorporador de aire)
Puzolana de Llaeo
Áridos del Jubones (Mina Heredia)

HH-01: HACGS350-001

Criterios de rechazo: Se dosifica el aditivo Viscocrete 2100 R (1,8%), Sika Aer RMC (0,3%), la mezcla presenta exudación.

HH-02: HACGS350-002

Criterios de rechazo: Se dosifica el aditivo Viscocrete 2100 R (1,8%), Sika Aer RMC (0,3%), puzolana (15%), la mezcla presenta poca exudación, baja densidad y baja resistencia.

HH-03: HACGS350-003

Criterios de rechazo: Se adiciona Sika Fume (5%), la mezcla cumple con las exigencias de la EFNARC en estado fresco, los cilindros son muy porosos de baja densidad y baja resistencia.

HH-04: HACGS350-004

Se utilizan los aditivos Viscocrete 2100 R (2%) y Sika Fume (5%), puzolana (10%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC en estado fresco y con la resistencia especificada (350 kg/cm²), se procede a realizar el resto de ensayos.



HH-05: HACGS350-005

Criterios de rechazo: Se disminuye el contenido de Viscocrete 2100 R (1,5%), requiriendo mayor contenido de agua, se segrega el árido grueso.

MEZCLAS II: Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Materiales utilizados: Cemento Guapán

Aditivo: Viscocrete 2100 R

Aditivo: Sika Fume (microsílica)

Aditivo: Sika Aer RMC (incorporador de aire)

Puzolana de Llaeo

Áridos del Jubones (Mina Heredia)

II-03: HACGS250-003

Criterios de rechazo: Se dosifica el aditivo Viscocrete 2100 R (2%), Sika Aer RMC (0,3%), la mezcla presenta exudación.

II-04: HACGS250-004

Criterios de rechazo: A la mezcla II-03 se adiciona puzolana (15%), disminuyendo la exudación, presenta bajas densidades y bajas resistencias.

II-05: HACGS250-005

Criterios de rechazo: Se adiciona Sika Fume (6%), puzolana (15%), presenta bajas resistencias.

II-06: HACGS250-006

Se utilizan los aditivos Viscocrete 2100 R (2%) y Sika Fume (5%), puzolana (10%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC, y con la resistencia especificada (250 kg/cm²), se procede a realizar el resto de ensayos.



MEZCLAS LL: Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Materiales utilizados: Cemento Holcim
Aditivo: ADITEC SF-106
Aditivo: Sika Fume (microsílica)
Puzolana de Llaeo
Áridos del Jubones (Mina Heredia)

LL-01: HACHA250-001

Criterios de rechazo: Se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (1,75%), Sika Fume (7%), puzolana (11%), la mezcla no fluye.

LL-02: HACHA250-002

Criterios de rechazo: Se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (2,65%), Sika Fume (7%), puzolana (11%), la mezcla no fluye.

LL-03: HACHA250-003

No se adiciona el aditivo Sika Fume, dando mejores resultados, se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (2,8%), puzolana (11%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (250 kg/cm²), se procede a realizar el resto de ensayos.

LL-04: HACHA250-004

Se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (2,5%), puzolana (10%), la mezcla requiere mayor cantidad de agua, presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (250 kg/cm²)



MEZCLAS MM: Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Materiales utilizados: Cemento Holcim
Aditivo: ADITEC SF-106
Aditivo: Sika Fume (microsílica)
Puzolana de Llaeo
Áridos del Jubones (Mina Heredia)

MM-01: HACHA350-001

Criterios de rechazo: Se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (1,6%), Sika Fume (6%), puzolana (10%), la mezcla no fluye.

MM-02: HACHA350-002

Se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (2,5%), puzolana (10%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (350 kg/cm²), se procede a realizar el resto de ensayos.

MM-03: HACHA350-003

Se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (3%), puzolana (8%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (350 kg/cm²)

MEZCLAS NN: Resistencia de diseño = 250 kg/cm²

Materiales utilizados: Cemento Guapán
Aditivo: ADITEC SF-106
Puzolana de Llaeo
Áridos del Jubones (Mina Heredia)



NN-01: HACGA250-001

Se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (2,95%), puzolana (12%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (250 kg/cm²)

NN-02: HACGA250-002

Se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (2,4%), puzolana (12%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (250 kg/cm²), se procede a realizar el resto de ensayos.

NN-03: HACGA250-003

Se disminuye la cantidad de aditivo ADITEC SF-106 (1,7%), puzolana (11%), la mezcla requiere mayor cantidad de agua, presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (250 kg/cm²)

MEZCLAS OO: Resistencia de diseño = 350 kg/cm²

Materiales utilizados: Cemento Guapán

Aditivo: ADITEC SF-106

Puzolana de Llaeo

Áridos del Jubones (Mina Heredia)

00-01: HACGA350-001

Se dosifica el aditivo ADITEC SF-106 (2,5%), puzolana (10%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (350 kg/cm²), se procede a realizar el resto de ensayos.



OO-02: HACGA350-002

Se disminuye la cantidad de aditivo ADITEC SF-106 (2%), puzolana (10%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (350 kg/cm²)

OO-03: HACGA350-003

Se disminuye la cantidad de aditivo ADITEC SF-106 (1,5%), puzolana (10%), la mezcla presenta buenas características en estado fresco, no exuda, cumple con las exigencias de la EFNARC y con la resistencia especificada (350 kg/cm²)

Observación: los porcentajes de aditivo y puzolana, están referidos al peso del cemento.

6.6 ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS DOSIFICACIONES DEL CC Y DEL HAC

RESISTENCIA DE 250 kg/cm²:

NOM.		MATERIALES	PESO kg/m ³		REL. W/MC		DENS. Kg/m ³	
CC	HAC		CC	HAC	CC	HAC	CC	HAC
A	AA-08	C. HOLCIM	370	380	0,541	0,511	2357	2212
		AGUA	200	210				
		ARENA	761	1064				
		RIPIO	970	543				
		VISCOCRETE 2100R	2,96	8,74				
		SIKA FUME		22,80				
		PUZOLANA		39,57				

Mezcla A = CCHS250-002

Mezcla AA-08 = HACHS250-008

W/MC = Agua/Material Cementante



NOM.		MATERIALES	PESO kg/m^3		REL. W/MC		DENS. kg/m^3	
CC	HAC		CC	HAC	CC	HAC	CC	HAC
I	II-06	C. GUAPÁN	360	445	0,533	0,455	2310	2301
		AGUA	192	225				
		ARENA	893	997				
		RIPIO	867	509				
		VISCOCRETE 2100R	2,88	8,90				
		SIKA FUME		22,25				
		PUZOLANA		46,33				

Mezcla I = CCGS250-002

Mezcla II-06 = HACGS250-006

NOM.		MATERIALES	PESO kg/m^3		REL. W/MC		DENS. kg/m^3	
CC	HAC		CC	HAC	CC	HAC	CC	HAC
L	LL-04	C. HOLCIM	355	440	0,549	0,534	2350	2301
		AGUA	195	235				
		ARENA	805	994				
		RIPIO	949	506				
		ADITEC SF-106	4,97	11,00				
		PUZOLANA		45,81				

Mezcla L = CCHA250-001

Mezcla LL-04 = HACHA250-004

W/MC = Agua/Material Cementante



NOM.		MATERIALES	PESO kg/m ³		REL. W/MC		DENS. kg/m ³	
CC	HAC		CC	HAC	CC	HAC	CC	HAC
N	NN-02	C. GUAPÁN	350	415	0,529	0,511	2346	2289
		AGUA	185	212				
		ARENA	916	1043				
		RIPIO	867	532				
		ADITEC SF-106	4,90	9,96				
		PUZOLANA		51,85				

Mezcla N = CCGA250-001

Mezcla NN-02 = HACGA250-002

RESISTENCIA DE 350 kg/cm²:

NOM.		MATERIALES	PESO kg/m ³		REL. W/MC		DENS. kg/m ³	
CC	HAC		CC	HAC	CC	HAC	CC	HAC
B	BB-04	C. HOLCIM	415	415	0,482	0,450	2375	2257
		AGUA	200	198				
		ARENA	746	1061				
		RIPIO	949	543				
		VISCOCRETE 2100R	3,32	8,30				
		SIKA FUME		24,90				
		PUZOLANA		43,21				

Mezcla B = CCHS350-001

Mezcla BB-04 = HACHS350-004

W/MC = Agua/Material Cementante



NOM.		MATERIALES	PESO kg/m ³		REL. W/MC		DENS. kg/m ³	
CC	HAC		CC	HAC	CC	HAC	CC	HAC
H	HH-04	C. GUAPÁN	400	510	0,475	0,401	2363	2326
		AGUA	190	215				
		ARENA	880	968				
		RIPIO	851	495				
		VISCOCRETE 2100R	3,20	10,20				
		SIKA FUME		25,50				
		PUZOLANA		53,10				

Mezcla H = CCGS350-002

Mezcla HH-04 = HACGS350-004

NOM.		MATERIALES	PESO kg/m ³		REL. W/MC		DENS. kg/m ³	
CC	HAC		CC	HAC	CC	HAC	CC	HAC
M	MM-03	C. HOLCIM	405	470	0,469	0,457	2361	2314
		AGUA	190	215				
		ARENA	792	1010				
		RIPIO	936	517				
		ADITEC SF-106	5,67	14,10				
		PUZOLANA		39,15				

Mezcla M = CCHA350-001

Mezcla MM-03 = HACHA350-003

W/MC = Agua/Material Cementante



NOM.		MATERIALES	PESO kg/m ³		REL. W/MC		DENS. kg/m ³	
CC	HAC		CC	HAC	CC	HAC	CC	HAC
0	00-01	C. GUAPÁN	415	490	0,463	0,453	2350	2264
		AGUA	192	222				
		ARENA	878	981				
		RIPIO	830	501				
		ADITEC SF-106	5,81	12,25				
		PUZOLANA		51,02				

Mezcla 0 = CCGA350-001

Mezcla 00-01 = HACGA350-001

W/MC = Agua/Material Cementante

- Los HAC requieren un mayor contenido de cemento, agua, arena, finos y aditivo superplastificante que los CC.
- A fin de evitar la exudación, los HAC requieren la adición de filler, en el presente trabajo se utilizó puzolana del sector LLacao.
- Para obtener resistencias similares, las relaciones agua/material cementante de los HAC deben ser menores entre el 3 % y 15 % con respecto a los CC.
- La densidad del HAC fresco es menor en un 3 % a la densidad del CC.
- Los HAC utilizan mezclas más ricas en cemento y aditivos, por lo que son más costosos. (ver anexo VII, costos; pág. 173)



6.7 ESTUDIO COMPARATIVO DE DENSIDADES

En la tabla 6.5 se resume las densidades obtenidas de los CC y HAC fraguados, a edades de 7, 14 y 28 días.

DENSIDADES									
MEZCLA		HORMIGÓN FRESCO (KG/M3)		HORMIGÓN FRAGUADO (KG/M3)					
CC	HAC	CC	HAC	CC			HAC		
				7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
R250									
A	AA-08	2357	2212	2362	2347	2343	2228	2243	2233
I	II-06	2310	2301	2338	2346	2336	2270	2292	2277
L	LL-04	2350	2301	2344	2337	2363	2273	2282	2297
N	NN-02	2346	2289	2339	2337	2340	2301	2301	2303
PROMEDIO =		2341	2276	2346	2342	2346	2268	2280	2278
DESV. STANDARD =		21,00	42,87	11,15	5,50	12,01	30,10	25,54	31,68
% DENSIDAD			2,78				3,31	2,66	2,90
R350									
B	BB-04	2375	2257	2359	2381	2364	2258	2250	2245
H	HH-04	2363	2326	2381	2388	2394	2290	2291	2314
M	MM-03	2361	2314	2347	2338	2344	2284	2282	2294
O	OO-01	2350	2264	2326	2314	2323	2263	2292	2272
PROMEDIO =		2362	2290	2353	2355	2356	2274	2279	2281
DESV. STANDARD =		10,24	34,82	22,98	35,28	30,23	15,63	19,69	29,64
% DENSIDAD			3,05				3,38	3,25	3,18

Tabla 6.5 Estudio comparativo de densidades del CC y HAC

Las densidades de los HAC, tanto en estado fresco como endurecido, son menores en un 3 % a las densidades del CC.



6.8 RESUMEN DE DOSIFICACIONES Y RESISTENCIAS

En los cuadros 6.8.1y 6.8.2 se presentan los resúmenes de las dosificaciones para $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para CC.

MEZCLAS DE CC QUE CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE ASENTAMIENTO Y RESISTENCIA									
RESISTENCIA DE DISEÑO = 250 KG/CM2:									Cuadro 6.8.1
NOM.	MEZCLA	DOSIFICACIÓN PESO EN S.S.S (KG/M3)					RESISTENCIAS (KG/CM2)		
		CEMENTO	AGUA	ARENA	RIPIO	ADITIVO	R7	R14	R28
A	CCHS250-002	HOLCIM				VISCOC. 2100R (0,80%)			
		370	200	761	970	2,96	127	198	270
I	CCGS250-002	GUAPÁN				VISCOC. 2100R (0,80%)			
		360	192	893	867	2,88	169	195	263
L	CCHA250-001	HOLCIM				ADITEC SF-106 (1,40%)			
		355	195	805	949	4,97	186	247	268
N	CCGA250-001	GUAPÁN				ADITEC SF-106 (1,40%)			
		350	185	916	867	4,90	186	221	271

MEZCLAS DE CC QUE CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE ASENTAMIENTO Y RESISTENCIA									
RESISTENCIA DE DISEÑO = 350 KG/CM2:									Cuadro 6.8.2
NOM.	MEZCLA	DOSIFICACIÓN PESO EN S.S.S (KG/M3)					RESISTENCIAS (KG/CM2)		
		CEMENTO	AGUA	ARENA	RIPIO	ADITIVO	R7	R14	R28
B	CCHS350-001	HOLCIM				VISCOC. 2100R (0,80%)			
		415	200	746	949	3,32	179	302	365
H	CCGS350-002	GUAPÁN				VISCOC. 2100R (0,80%)			
		400	190	880	851	3,20	261	318	359
M	CCHA350-001	HOLCIM				ADITEC SF-106 (1,40%)			
		405	190	792	936	5,67	256	318	366
O	CCGA350-001	GUAPÁN				ADITEC SF-106 (1,40%)			
		415	192	878	830	5,81	251	307	361



En los cuadros 6.8.3 y 6.8.4 se presentan los resúmenes de las dosificaciones para $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ para HAC.

MEZCLAS DE HAC QUE CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE LA EFNARC EN ESTADO FRESCO Y RESISTENCIA												
RESISTENCIA DE DISEÑO = 250 KG/CM2:											Cuadro 6 8 3	
NOM.	MEZCLA	DOSIFICACIÓN PESO EN S.S.S (KG/M3)						RESISTENCIAS (KG/CM2)				
		CEMENTO	AGUA	ARENA	RIPIO	ADITIVO	ADICIÓN 1	ADICIÓN 2	R7	R14	R28	
AA-08	HACHS250-008	HOLCIM					VISCOC. 2100R (2.3%)	SIKA FUME (8%)	FUZOLANA (10.41%)			
			380	210	1064	543	8,74	22,80	39,57	146	203	261
LL-03	HACHA250-003	HOLCIM					ADITEC SF-106 (2.8%)		FUZOLANA (11.45%)			
			415	223	1025	522	11,62		47,53	199	224	268
IH-06	HACGS250-006	GUAPÁN					VISCOC. 2100R (2%)	SIKA FUME (5%)	FUZOLANA (10.41%)			
			445	225	997	509	8,90	22,25	46,33	173	222	266
NN-01	HACGA250-001	GUAPÁN					ADITEC SF-106 (2.95%)		FUZOLANA (12.50%)			
			410	213	1041	532	12,10		51,23	186	221	271
NN-02	HACGA250-002	GUAPÁN					ADITEC SF-106 (2.40%)		FUZOLANA (12.49%)			
			415	212	1043	532	9,96		51,85	182	230	257
NN-03	HACGA250-003	GUAPÁN					ADITEC SF-106 (1.70%)		FUZOLANA (11.45%)			
			465	231	984	503	7,91		53,26	192	234	260
LL-04	HACHA250-004	HOLCIM					ADITEC SF-106 (2.50%)		FUZOLANA (10.41%)			
			440	235	994	506	11,00		45,81	191	206	274

MEZCLAS DE HAC QUE CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE LA EFNARC EN ESTADO FRESCO Y RESISTENCIA												
RESISTENCIA DE DISEÑO = 350 KG/CM2											Cuadro 6 8 4	
NOM.	MEZCLA	DOSIFICACIÓN PESO EN S.S.S (KG/M3)						RESISTENCIAS (KG/CM2)				
		CEMENTO	AGUA	ARENA	RIPIO	ADITIVO	ADICIÓN 1	ADICIÓN 2	R7	R14	R28	
BB-04	HACHS350-004	HOLCIM					VISCOC. 2100R (2%)	SIKA FUME (6%)	FUZOLANA (10.41%)			
			415	198	1061	543	8,30	24,90	43,21	270	309	376
MM-02	HACHA350-002	HOLCIM					ADITEC SF-106 (2.5%)		FUZOLANA (10.41%)			
			480	228	979	498	12,00		49,98	267	312	372
IH-04	HACGS350-004	GUAPÁN					VISCOC. 2100R (2%)	SIKA FUME (5%)	FUZOLANA (10.41%)			
			490	220	973	498	9,80	24,50	51,02	214	270	357
OO-01	HACGA350-001	GUAPÁN					ADITEC SF-106 (2.5%)		FUZOLANA (10.41%)			
			490	222	981	501	12,25		51,02	284	325	358
MM-03	HACHA350-003	HOLCIM					ADITEC SF-106 (3.0%)		FUZOLANA (8.33%)			
			470	215	1010	517	14,10		39,15	260	315	377
OO-02	HACGA350-002	GUAPÁN					ADITEC SF-106 (2.0%)		FUZOLANA (10.41%)			
			495	217	992	506	9,90		51,54	286	336	379
OO-03	HACGA350-003	GUAPÁN					ADITEC SF-106 (1.5%)		FUZOLANA (10.41%)			
			510	229	963	493	7,65		53,1	261	302	374

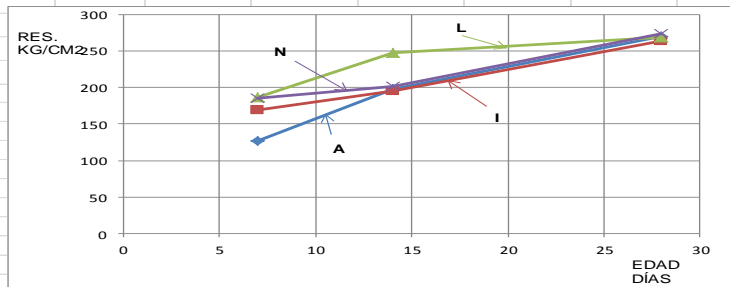


En los cuadros 6.8.5 y 6.8.6 se presentan los resúmenes de las resistencias a los 7, 14 y 28 días de edad para CC y HAC.

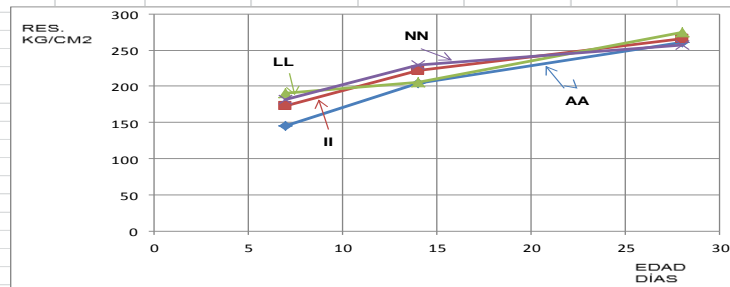
RESISTENCIAS 250 KG/CM ²							
MEZCLA		RESISTENCIA (KG/CM ²)					
CC	HAC	CC			HAC		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
A	AA-08	127	198	270	146	204	261
I	II-06	169	195	263	173	222	266
L	LL-04	186	247	268	191	206	274
N	NN-02	185	201	273	182	230	257

Cuadro 6.8.5

CONCRETO CONVENCIONAL					
MEZCLA	A	I	L	N	PROM.
R7/R28	0,47	0,64	0,69	0,68	0,62
R14/R28	0,73	0,74	0,92	0,74	0,78
R7/R14	0,64	0,87	0,75	0,92	0,80



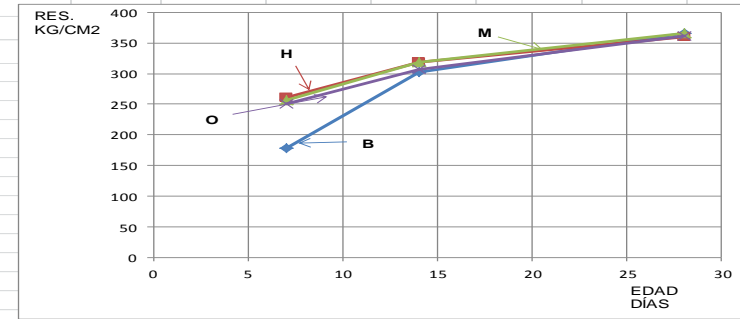
HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE					
MEZCLA	AA	II	LL	NN	PROM.
R7/R28	0,56	0,65	0,70	0,71	0,65
R14/R28	0,78	0,83	0,75	0,89	0,82
R7/R14	0,72	0,78	0,93	0,79	0,80



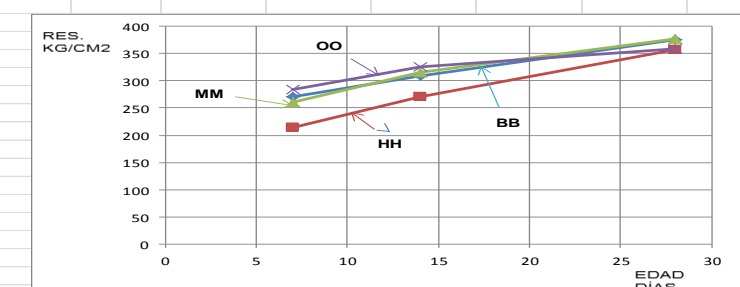
RESISTENCIAS 350 KG/CM ²							
MEZCLA		RESISTENCIA (KG/CM ²)					
CC	HAC	CC			HAC		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
B	BB-04	179	302	365	270	309	376
H	HH-04	261	318	359	214	270	357
M	MM-03	256	318	366	260	315	377
O	OO-01	251	307	361	284	325	358

Cuadro 6.8.6

CONCRETO CONVENCIONAL					
MEZCLA	B	H	M	O	PROM.
R7/R28	0,49	0,73	0,70	0,70	0,65
R14/R28	0,83	0,89	0,87	0,85	0,86
R7/R14	0,59	0,82	0,81	0,82	0,76



HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE					
MEZCLA	BB	HH	MM	OO	PROM.
R7/R28	0,72	0,60	0,69	0,79	0,70
R14/R28	0,82	0,76	0,84	0,91	0,83
R7/R14	0,87	0,79	0,83	0,87	0,84





A fin de evitar que los HAC fluyan sin producir segregación, las mezclas requieren un mayor contenido de cemento, arena y aditivo que los CC.

RELACIÓN DE RESISTENCIAS:

RESISTENCIA DE 250 kg/cm²:

Relación de resistencias entre 7 días y 28 días:

Concreto Convencional = 0,62; Hormigón Autocompactante = 0,65

Relación de resistencias entre 14 días y 28 días:

Concreto Convencional = 0,78; Hormigón Autocompactante = 0,82

Relación de resistencias entre 7 días y 14 días:

Concreto Convencional = 0,80; Hormigón Autocompactante = 0,80

RESISTENCIA DE 350 kg/cm²:

Relación de resistencias entre 7 días y 28 días:

Concreto Convencional = 0,65; Hormigón Autocompactante = 0,70

Relación de resistencias entre 14 días y 28 días:

Concreto Convencional = 0,86; Hormigón Autocompactante = 0,83

Relación de resistencias entre 7 días y 14 días:

Concreto Convencional = 0,76; Hormigón Autocompactante = 0,84

El desarrollo de resistencia con la edad es similar para el CC y para el HAC, tanto para un nivel de resistencia de 250 kg/cm² como para un nivel de resistencia de 350 kg/cm².



CAPÍTULO 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 SOBRE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO

La variación de temperatura del CC y del HAC en estado fresco, es menor a los 2 °C, no se producirá mayores cambios de volumen ni posteriores retracciones que pueda dañar la estructura. En caso de utilizarse el concreto en la construcción de obras se deberá monitorear la temperatura a diferentes edades.

7.2 SOBRE LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO

La trabajabilidad en el CC es aceptable hasta los 40 minutos del inicio del mezclado, en éste lapso de tiempo el concreto baja a la mitad su asentamiento, no recomendable para que sea colocado en éstas condiciones.

El HAC a los 30 minutos del inicio del mezclado pierde todas las propiedades de Hormigón Autocompactante, por lo tanto no podría ser colocado en obra.

Se plantea como una futura línea de investigación, el estudio de aditivos retardantes de fraguado que puedan prolongar el tiempo libre del HAC.

7.3 SOBRE EL RECHAZO DE ALGUNAS MEZCLAS DE HAC Y EL CONTROL DE CALIDAD

Algunas mezclas de HAC se rechazaron por no cumplir con las exigencias de la EFNARC en estado fresco, ya sea porque no fluyeron, presentaban exudación, o el flujo muy alto que superaba los límites de la especificación.

El HAC es más sensible a los cambios en el contenido de humedad de la mezcla, por lo que debe ser supervisado en forma más estricta que el CC.



A pesar que teóricamente se pueden hacer correcciones por el contenido de humedad de los áridos, se recomienda que se trabaje con la humedad lo más cercano a las condiciones S.S.S.

7.4 SOBRE LOS ADITIVOS UTILIZADOS:

Los aditivos superplastificantes utilizados para la presente investigación fueron: Viscocrete 2100R de la casa SIKA y Aditec SF-106 de la casa ADITEC; para el CC se dosificó de acuerdo a las recomendaciones de sus técnicos, dando resultados aceptables; para el HAC se dosificó en mayor cantidad de lo recomendado ya que no fluía en forma adecuada o producía segregación.

Con el aditivo Viscocrete 2100R se dosificó hasta el 2,5% del peso del cemento, teniendo problemas en el tiempo de fraguado del concreto, por lo que se limitó hasta un máximo del 2%.

Con el aditivo Aditec SF-106 se dosificó hasta el 2,8% del peso del cemento, el doble de lo recomendado por los técnicos, sin tener problemas de fraguado.

El aditivo Viscocrete 2100R debe adicionarse al final de la mezcla, cuando todos los materiales estén colocados en la olla, incluido el agua, nunca mezclar previamente con el agua porque produce exudación excesiva de color blanquecino. El aditivo Aditec SF-106, antes de colocar en la olla previamente se mezcla con aproximadamente la tercera parte del agua requerida para la mezcla.

El aditivo Viscocrete 2100R incrementa el contenido de aire de la mezcla, a mayor contenido de aditivo mayor % de aire: en CC en promedio se tiene 2,5% y en HAC 7,5%.

Con el aditivo Aditec SF-106 el contenido de aire se mantiene aproximadamente igual para el CC y para el HAC, entre el 1,25% y 1,5%.

La adición de Sika Fume (microsílica) da mezclas con mayor adherencia, endureciéndose rápidamente en reposo, se recomienda usar sólo con Viscocrete 2100R, con Aditec SF-106 no trabaja bien, para otros aditivos se deberá investigar. La microsíllica incrementa la cohesión, disminuyendo la tendencia a la segregación.

Una de las recomendaciones de los investigadores y técnicos en concretos es que para aumentar la cohesión, disminuir la exudación, disminuir la



permeabilidad, se adicione un aditivo incorporador de aire, lo que se realizó en el presente trabajo, incorporando Sika Aer RMC, obteniéndose pésimos resultados: los cilindros muy porosos, con baja densidad y muy bajas resistencias (ver anexo V, pg. 158, 159), lo que obligó a no utilizar éste tipo de aditivo, buscando como alternativa la adición de puzolana, con mejores resultados.

Ambos aditivos pueden ser utilizados, el Viscocrete 2100R al incorporarse al último a la mezcla se puede ver con facilidad el efecto superplastificante.

7.5 SOBRE LOS ÁRIDOS

Se estudiaron áridos de varios sectores cercanos a la Ciudad de Cuenca: árido grueso triturado de tamaño máximo $\frac{3}{4}$ " y arena natural.

Los áridos gruesos presentan características similares en lo referente a granulometría, pesos específicos, absorción, abrasión, unos de color gris claro, predominantemente Andesíticos, no alterados, de mejor calidad que otros que presentan cierto grado de alteración.

Arenas del sector Jadán se rechazaron por presentar un alto contenido de finos (>5%), otras un alto contenido de pizarra.

Si los áridos son de buena calidad y cumplen con el rango granulométrico especificado (norma ASTM C-33. pg. 23), pueden ser utilizados en la confección de Hormigones Autocompactantes.

7.6 SOBRE LA AGREGACIÓN DE PUZOLANA

Con la finalidad de incrementar la cohesión de las mezclas, se añadió puzolana, en un principio entre un 40 % y un 50% del peso del cemento, la mezcla no fluía, mejores resultados se obtuvo entre un 10% y un 15% del peso del cemento.

7.7 SOBRE LA DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES

El método de diseño aplicado para el Concreto Convencional es el propuesto por la Road Research Laboratory y para el Hormigón



Autocompactante es el propuesto por el ACI-237R, para el ajuste de los áridos se tomó como referencia la curva 4 propuesto por la Road Research Laboratory, a la que se le agregó material fino hasta obtener la curva denominada como AJUSTE.

Se puede obtener HAC de buenas características, con los materiales de la zona, siguiendo el método indicado anteriormente, mezclando los áridos hasta aproximarse a la curva AJUSTE.

Los métodos de ensayo propuestos por la EFNARC para HAC en estado fresco, se han adaptado adecuadamente a los confeccionados con los materiales de la zona.

Por el alto contenido de finos y de aditivo, en los HAC es necesario un mayor tiempo de mezclado que en los CC, recomendándose que el tiempo mínimo de mezclado sea de 5 minutos, contados a partir de que todos los materiales han sido colocados en la olla.

Los HAC presentan mayor sensibilidad a la variación en el contenido de agua de la mezcla, por lo que deben ser controlados de mejor manera que los CC.

7.8 SOBRE LOS COSTOS DE LOS HORMIGONES

A continuación se indica los costos directos para producir un metro cúbico de hormigón:

Concreto Convencional para una resistencia de $250 \text{ kg/m}^3 = \$ 104,75$

Concreto Convencional para una resistencia de $350 \text{ kg/m}^3 = \$ 13,06$

Hormigón Autocompactante para una resistencia de $250 \text{ kg/m}^3 = \$ 152,32$

Hormigón Autocompactante para una resistencia de $350 \text{ kg/m}^3 = \$ 175,99$

El producir HAC tiene un costo mayor al CC, entre el 45% y 55%.

Los costos de colocar en obra del HAC son menores al CC porque no es necesario equipo de compactación y es más rápido el colocado, disminuyendo el requerimiento de mano de obra.

Hormigonado de muro con CC, $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2 = \$ 173,07$

Hormigonado de muro con CC, $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2 = \$ 181,38$

Hormigonado de muro con HAC, $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2 = \$ 211,55$

Hormigonado de muro con HAC, $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2 = \$ 235,22$



El incremento de costo para fundir un muro con HAC, se encuentra entre el 22% y el 29%. (ver anexo VII “Análisis de costos”; pág. 173).

Para cada obra se deberá analizar los costos integrales de todo lo que involucre su construcción.

7.9 SOBRE EL CONTENIDO DE AIRE

El aditivo Viscocrete 2100 R producido por SIKA incorpora aire a la mezcla: en CC entre el 2,4% y el 2,9% y en HAC entre el 7,35% y el 7,85%, lo que variará en función del porcentaje de aditivo. En caso del HAC se deberá profundizar el estudio sobre el porcentaje de Viscocrete 2100 R, desde el punto de vista de contenido de aire.

El aditivo Aditec SF-106 producido por ADITEC, incorpora una pequeña cantidad de aire, entre el 1,35% y el 1,5%, tanto para CC como para HAC.

7.10 SOBRE EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON

De acuerdo a los resultados de los ensayos a compresión de los hormigones de estudio, a continuación se presenta las ecuaciones que se podrían aplicar para calcular el módulo de elasticidad en función de la resistencia a compresión:

$$\text{CC: } E_c = (7000 - 8000) (f'c)^{1/2} \quad \text{HAC: } E_c = (5800 - 6200) (f'c)^{1/2}$$

$f'c$ = resistencia del concreto en kg/cm^2

Se recomienda como tema de investigación, profundizar éste estudio, mediante la realización de un mayor número de ensayos, con diferentes materiales y otros niveles de resistencia.

Relación de Poisson:

Los valores determinados se encuentran dentro del rango que los investigadores recomiendan (ref. 5), esto es:

$$\text{CC} = 0,18 - 0,19; \quad \text{HAC} = 0,20$$



REFERENCIAS:

1. Directrices Europeas para HAC, febrero 2006. pg. 5
2. Directrices Europeas para HAC, febrero 2006. Anexo B.1 pg. 51
3. Directrices Europeas para HAC, febrero 2006. Anexo B.2 pg. 54, 55
4. Directrices Europeas para HAC, febrero 2006. Anexo B.3 pg. 57, 58
5. Publicación del ACI sobre concretos pg. 317
6. Tesis Doctoral “Estudio de la sensibilidad e influencia de la composición en las propiedades reológicas y mecánicas de los HAC”. Autor “Jonhson Wilker Rigueira Víctor”. Octubre 2007. pg. 37
7. Tesis Doctoral “Estudio de la sensibilidad e influencia de la composición en las propiedades reológicas y mecánicas de los HAC”. Autor “Jonhson Wilker Rigueira Víctor”. Octubre 2007. Pg. 37
8. Directrices Europeas para HAC, febrero 2006. pg. 50
9. ASTM C 192 “Mezclado de laboratorio del concreto”
10. Manual de aditivos de SIKA
11. ASTM C 143 “Revenimiento del concreto hecho con Cemento Portland”
12. ASTM C 231 “Contenido de aire en concreto fresco, por el método de presión”
13. ASTM C 138 “Determinación de la densidad del concreto fresco”
14. ASTM C 469 “Determinación del módulo de elasticidad estático y relación de Poisson en compresión de cilindros de concreto”
15. ASTM C 192 “Fabricación y curado de especímenes de concreto en el laboratorio”; ASTM C 617 “Cabeceo de especímenes de concreto”
16. ASTM C 39 “Resistencia a compresión de cilindros de concreto”
17. INECYC: requisitos técnicos para cemento y hormigón
18. Tesis Doctoral “Estudio de la sensibilidad e influencia de la composición en las propiedades reológicas y mecánicas de los HAC”. Autor “Jonhson Wilker Rigueira Víctor”. Octubre 2007. pg. 41
19. Tesis Doctoral “Estudio de la sensibilidad e influencia de la composición en las propiedades reológicas y mecánicas de los HAC”. Autor “Jonhson Wilker Rigueira Víctor”. Octubre 2007. pg. 50
20. Directrices Europeas para HAC, febrero 2006. pg. 25
21. Directrices Europeas para HAC, febrero 2006. pg. 24
22. Dosificación de Hormigones de Fernando Arredondo



LISTADO DE FOTOGRAFÍAS DEL AUTOR

	Pág.
2.1 Cono de Abrams	8
2.2 Hormigón segregado	8
2.3 Hormigón no segregado	8
2.4 Embudo en V	9
2.6 Caja en L	9
3.1 Hormigonera basculante (laboratorio)	13
3.2 Cono de Abrams	13
3.3 Medidor contenido de aire	14
3.4 Equipo para determinar el Módulo de Elasticidad y la relación de Poisson	15
3.5 Refrentado de las probetas	16
3.6 Prensa para ensayo de compresión	16
4.3 Puzolana sector Llacao (1)	21
4.4 Puzolana sector Llacao (2)	21
4.5 Puzolana sector Llacao (3)	21
4.6 Puzolana sector Llacao (4)	21

LISTADO DE FIGURAS

2.5 Dimensiones del embudo en V	9
2.7 Dimensiones de la caja en L	9
5.1 Ajuste de los áridos para diseño de CC	26
5.2 Proceso de diseño de mezclas para HAC	39
5.3 Ajuste de los áridos para diseño de HAC	42
6.1 Asentamiento vs tiempo	62
6.2 Módulo de Elasticidad	65



LISTADO DE TABLAS

2.1 Recomendaciones de la EFNARC para HAC	11
2.2 Recomendaciones de conformidad de acuerdo a la EFNARC para HAC	12
4.1 Resumen de las propiedades físicas de los áridos	19
4.2 Resumen de las propiedades físicas de la puzolana	22
4.3 Evolución de los aditivos reductores de agua con el tiempo	23
5.1 Valores guía para el diseño de HAC	40
5.3 Ajuste de áridos para diseño de HAC	42
6.1 Temperatura vs tiempo en CC	61
6.2 Temperatura vs tiempo en HAC	61
6.3 Resumen del contenido de aire para CC y HAC	63
6.4 Resumen del Módulo de Elasticidad y Relación de Poisson para CC y HAC	64
6.5 Estudio comparativo de densidades del CC y del HAC	79



8.1 BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute (ACI): publicación del ACI sobre concretos, capítulo 1 al 17, trata sobre concretos convencionales, el 18 trata sobre concretos especiales.
- ASTM C-117: Material que pasa la malla N°200 en agregados minerales por medio de lavado.
- ASTM C-127: Peso Específico y Absorción de áridos gruesos.
- ASTM C-128: Peso Específico y Absorción de áridos finos.
- ASTM C-131: Resistencia a la abrasión de agregado grueso de tamaño pequeño, por medio de la máquina de Los Ángeles.
- ASTM C-136: Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.
- ASTM C-143: Revenimiento de concreto hecho con cemento portland.
- ASTM C-192: Concreto, mezclado de laboratorio.
- ASTM C-192: Fabricación y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.
- ASTM C-231: Contenido de aire en concreto fresco, por el método de presión.
- ASTM C-29: Peso volumétrico de agregados.
- ASTM C-39: Compresión de probetas cúbicas y cilíndricas de hormigón.
- ASTM C-39: Resistencia a compresión de cilindros moldeados de concreto.
- ASTM C-40: Impurezas orgánicas en arenas para concreto.
- ASTM C-469: Módulo de elasticidad estático y relación de Poisson, en compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
- ASTM C-566: Contenido de humedad total de los agregados por secado.
- ASTM C-617: Cabeceo de especímenes cilíndricos de concreto.
- ASTM: Normas Americanas para realizar los ensayos de laboratorio. 2000 – 2001:
- Concreto Rheodynamic – autocompactable. BASF. Chemical Company, con asesoramiento de Master Builders.



- El Manual de Pepe Hormigón: Consejos prácticos sobre el hormigón, Instituto Ecuatoriano del Cemento y el Concreto (INECYC), 2007.
- Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Centro de Investigación Científica y Tecnológica. Diseño de mezclas para Hormigón Autocompactante. Lady León Parra. Ing. Hugo Egeuz Álava.
- EUROPEAN FEDERATION OF CONCRETE ADMIXTURE ASSOCIATIONS (EFNARC): Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante, especificaciones. 2006.
- Filler calizo. Alta resistencia del HAC.
- Gómez Gabriel: copiadros sobre el curso tecnología del concreto, dictado en la Maestría de Construcciones en la Universidad de Cuenca, en el año 2010.
- Gómez Gabriel: Durabilidad del Concreto, conferencia dictada en Ecuador, con auspicio de Sika, 2010.
- Gorchacov G.I: Materiales de Construcción, editorial MIR Moscú, 1984, pg. 168 – 261.
- GRACE Constrution Products: Un túnel de 4,5 km. Trae a la luz una nueva oportunidad de mercado, reportaje técnico, 2006, pg. 40 – 41.
- Humberto Bálzamo, Claudio Hernández, Diego Mantegna, Gastón Fomasier. Centro Técnico Loma Negra. Buenos Aires. Argentina.
- INECYC: Instituto Ecuatoriano del cemento y el Concreto. El Manual de Pepe Hormigón. 2007.
- INECYC: Instituto Ecuatoriano del cemento y el Concreto. Requisitos Técnicos para cemento y hormigón. 2006.
- INSTITUTO DEL CONCRETO. Construcción de pavimentos. 2000. PG. 51-53.
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO (MCCY): varias publicaciones sobre temas específicos relacionados con el concreto
- Mena Carmona José: Variaciones en las características de fluidez en mezclas de concreto mediante la modificación de aditivo y agua para la obtención de un concreto autocompactable, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción, 2004.



- Método Brasileño: Diseño de la mezcla del hormigón autocompactante, R. Alencar Sika, Brasil, P. Helene Universidad de Sao Paulo – Brasil, 2008.
- Neville A.M. Tecnología del concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, México, 1979.
- Paneles de fachada confeccionados con HAC. Dr. José Manuel Pérez Luzardo y Ricardo J. Santana Rodríguez.
- Producción y uso, Grupo Europeo SCC, 2006.
- Sánchez Diego: Durabilidad y Patología del Concreto, Asocreto, Bogotá – Colombia. 2002.
- Sánchez Diego: Tecnología del concreto y del mortero, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia, 2000.
- SIKA, ADITEC: Manuales técnicos sobre aditivos para el concreto, 2010.
- Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Concreto fluido con ceniza volante. Pedro Valdez, Alejandro Durán, Jorge Rivera, César Juárez. 2007.
- Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de caminos, Canales y Puertos. Dosificación, Propiedades y Durabilidad en Hormigón Autocompactante para Edificaciones. Tesis Doctoral. Ester B. Bermejo Nuñez. Madrid 2009.
- Universitat Politècnica de Valencia. E.T.S. De Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Ingeniería de la Construcción y de proyectos de Ingeniería Civil. Tesis Doctoral. Estudio de la sensibilidad e influencia de la composición en las propiedades reológicas y mecánicas de los hormigones autocompactantes. Jonhson Wilker Rigueira Victor. 2007
- Uribe Luis: Uso de Hormigón Autocompactante en el Proyecto RALCO, artículo técnico publicado por Ingendesa.



ARTÍCULOS CONSULTADOS EN INTERNET: 2010 – 2012

- Análisis de sensibilidad para estimar el Módulo de Elasticidad Estático del Concreto. María Fernanda Serrano, Diego Darío Pérez
- Anejo 21. Hormigón Autocompactante.
- ASKA – 926. Nano aditivo superplastificante. 11/2008.
- Concreto Autocompactante (CAC). El Concreto en la práctica. NRMCA.
- Concreto fluido. Universidad nacional de Ingeniería. 08/07/2011.
- Diseño, desarrollo y caracterización de hormigones autocompactantes de alta resistencia.
- Diseño CAC. SIKA. 08/05/2010.
- El Guayacán Constructor. Concretos Autocompactantes (CAC). 2008.
- La arena volcánica. QuimiNet. 02/02/2010.
- Guidelines For Testing Fresh Self – Compacting Concrete. G. De Schutter. 09/2005.
- Hormigón Autocompactante.
- Hormigón Autocompactante. Beatriz Barragán Rajo. 22/07/2011
- ICOTEC. Variación de las características de fluidez en mezclas de concreto mediante la modificación de aditivo y agua para la obtención de un concreto autocompactante.
- Optimización de Hormigones Autocompactantes con bajo contenido de polvo. Humberto Bálzamo, Claudio Hernández, Diego Mantegna, Gastón Fornasier.
- Presentación Hormigones/Concretos. Concretenan Technology Ulmen. 20/08/2008.
- Tesis Doctoral “Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de cemento y adiciones en las propiedades mecánicas del HAC”. Ángel Vilanova Fernández. Universidad de Madrid – 2009.
- Universidad Carlos III de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Ingeniería Industrial.
- Efecto de las cenizas volantes y del superplastificador en el proceso de fraguado del mortero autocompactante. Fernando López Nieto.
- Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento Académico de Construcción. Concreto fluido.



DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE INTERÉS

- www.upcommons.upc.edu
- www.oa.upm.es
- www.upct.es
- www.efnarc.org
- www.efca.info
- ice.ucv.cl/hormigón/autoc.doc
- www.cemex.es
- www.lomanegra.com.ar
- www.admixtures.basf-cc.es
- www.cemartigas.com.uy
- www.ieca.es
- www.dspace.espol.edu.ec
- www.tesisenred.net/handle/10803/6176
- www.nrmca.org
- www.es.graceconstruction.com
- www.imcyc.com
- artcromteam.wordpress.com



9.1 ANEXOS:

	Pág.
Anexo I: Ensayos en áridos	100 – 118
Anexo II: Diseños de CC	119 – 132
Anexo III: Diseños de HAC	133 – 152
Anexo IV: Resultado de los ensayos a compresión de los CC	153 – 156
Anexo V: Resultado de los ensayos a compresión de los HAC	157 – 163
Anexo VI: Resultado de los ensayos para determinar el Módulo de Elasticidad y la Relación de Poisson	164 – 172
Anexo VII: Costos	173 – 182



ANEXO I

ENSAYO EN ÁRIDOS

	Pág.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	101 – 108
DENSIDADES Y ABSORCIÓN	109 – 115
ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PUZOLANA	116
ENSAYO DE ABRASIÓN	117
CONTENIDO ORGÁNICO	118

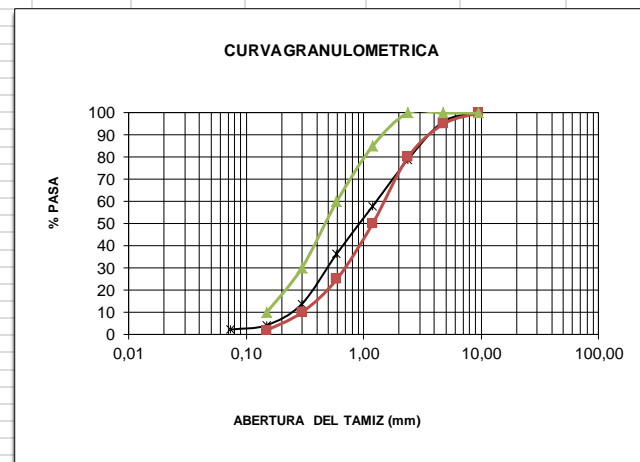


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"
 TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN
 MUESTRA: ARENA GRUESA TRELLES (AR-002)
 PROCEDENCIA: JOSEFINA
 FECHA: 10/05/2011

TAMIZ #.	ABERTURA MM.	PESO RETEN. GR.	P. RET. ACUM. GR.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF. ASTM C-33	
3"	76,20						
2"	50,80						
1,5"	38,10						
1"	25,40						
3/4"	19,10						
1/2"	12,70						
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
N.4	4,76	36,90	36,9	3,88	96,12	95	100
N.8	2,38	163,30	200,20	21,02	78,98	80	100
N.16	1,19	200,70	400,90	42,10	57,90	50	85
N.30	0,59	203,90	604,80	63,52	36,48	25	60
N.50	0,30	215,60	820,40	86,16	13,84	10	30
N.100	0,15	91,00	911,40	95,72	4,28	2	10
N.200	0,07	18,50	929,90	97,66	2,34		
PASA #200		2,50					
TOTAL							

PASA TAMIZ N° 4 =
 PESO ANTES ENSAYO = PESO ANTES LAVADO = 952,20
 PESO DESP. ENSAYO = PESO DESP. LAVADO = 932,40



OBSERVACIÓN: con bastante pizarra

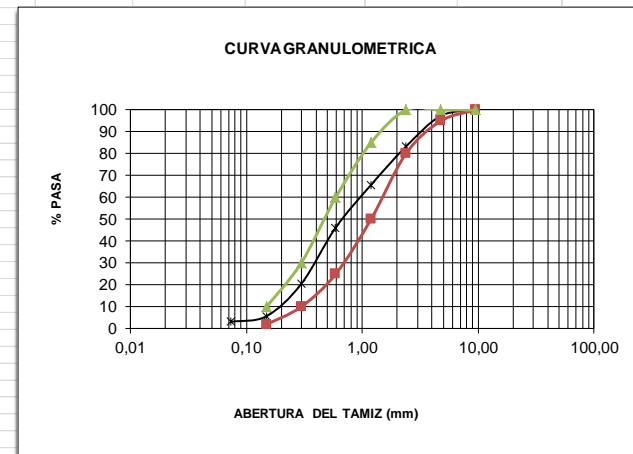


ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"
 TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN
 MUESTRA: ARENA FINA TRELLES (AR-003)
 PROCEDENCIA: JOSEFINA
 FECHA: 10/05/2011

TAMIZ #.	ABERTURA MM.	PESO RETEN. GR.	P. RET. ACUM. GR.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF. ASTM C-33	
3"	76,20						
2"	50,80						
1,5"	38,10						
1"	25,40						
3/4"	19,10						
1/2"	12,70						
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
N.4	4,76	25,50	25,5	2,68	97,32	95	100
N.8	2,38	133,90	159,40	16,77	83,23	80	100
N.16	1,19	166,30	325,70	34,26	65,74	50	85
N.30	0,59	185,70	511,40	53,79	46,21	25	60
N.50	0,30	245,30	756,70	79,59	20,41	10	30
N.100	0,15	139,70	896,40	94,28	5,72	2	10
N.200	0,07	24,30	920,70	96,84	3,16		
PASA #200		1,80					
TOTAL							

PASA TAMIZ N° 4 =
 PESO ANTES ENSAYO = PESO ANTES LAVADO = 950,75
 PESO DESP. ENSAYO = PESO DESP. LAVADO = 922,50



OBSERVACIÓN: con bastante pizarra

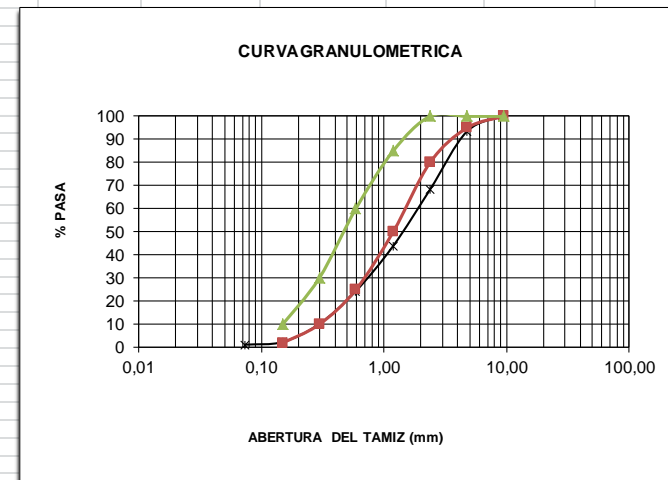


ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"
 TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN
 MUESTRA: ARENA (AR-001)
 PROCEDENCIA: RIRCAY (LABORATORIO)
 FECHA: 02/05/2011

TAMIZ #.	ABERTURA MM.	PESO RETEN. GR.	P. RET. ACUM. GR.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF. ASTM C-33	
3"	76,20						
2"	50,80						
1,5"	38,10						
1"	25,40						
3/4"	19,10						
1/2"	12,70						
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
N.4	4,76	60,71	60,71	6,53	93,47	95	100
N.8	2,38	233,47	294,18	31,65	68,35	80	100
N.16	1,19	226,88	521,06	56,07	43,93	50	85
N.30	0,59	181,63	702,69	75,61	24,39	25	60
N.50	0,30	131,81	834,50	89,79	10,21	10	30
N.100	0,15	72,51	907,01	97,59	2,41	2	10
N.200	0,07	10,92	917,93	98,77	1,23		
PASA #200		2,57					
TOTAL							

PASA TAMIZ N° 4 =
 PESO ANTES ENSAYO = PESO ANTES LAVADO = 929,37
 PESO DESP. ENSAYO = PESO DESP. LAVADO = 918,96



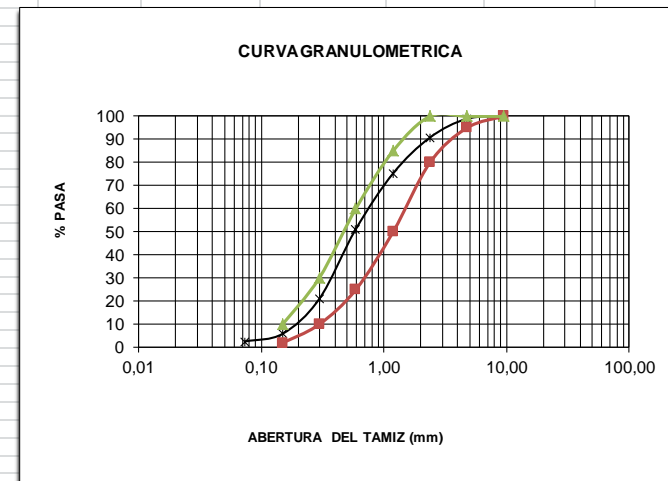


ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"
 TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN
 MUESTRA: ARENA HEREDIA (AR-004)
 PROCEDENCIA: JUBONES
 FECHA: 04/06/2011

TAMIZ #.	ABERTURA MM.	PESO RETEN. GR.	P. RET. ACUM. GR.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF. ASTM C-33	
3"	76,20						
2"	50,80						
1,5"	38,10						
1"	25,40						
3/4"	19,10						
1/2"	12,70						
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
N.4	4,76	10,50	10,5	1,07	98,93	95	100
N.8	2,38	79,30	89,80	9,16	90,84	80	100
N.16	1,19	152,00	241,80	24,68	75,32	50	85
N.30	0,59	236,80	478,60	48,84	51,16	25	60
N.50	0,30	295,70	774,30	79,02	20,98	10	30
N.100	0,15	147,60	921,90	94,08	5,92	2	10
N.200	0,07	32,30	954,20	97,38	2,62		
PASA #200		1,10					
TOTAL							

PASA TAMIZ N° 4 =
 PESO ANTES ENSAYO = PESO ANTES LAVADO = 979,90
 PESO DESP. ENSAYO = PESO DESP. LAVADO = 955,30



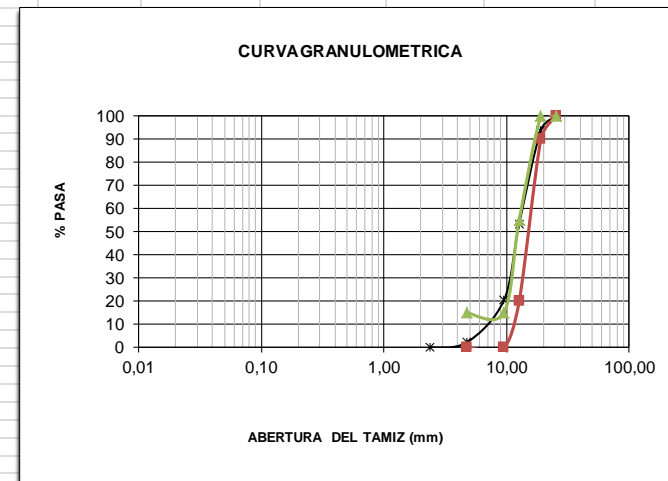


ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"
 TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN
 MUESTRA: RIPIO 3/4" - 3/8" (RIP-002)
 PROCEDENCIA: TRELLES (JOSEFINA)
 FECHA: 10/05/2011

TAMIZ #.	ABERTURA MM.	PESO RETEN. GR.	P. RET. ACUM. GR.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF. ASTM C-33	
3"	76,20						
2"	50,80						
1,5"	38,10						
1"	25,40	0	0	0,00	100,00	100	100
3/4"	19,10	476	476	5,98	94,02	90	100
1/2"	12,70	3233	3709	46,57	53,43	20	55
3/8"	9,52	2631	6340	79,61	20,39	0	15
N.4	4,76	1445	7785	97,75	2,25	0	15
N.8	2,38	179	7964	100,00	0,00		
N.16	1,19						
N.30	0,59						
N.50	0,30						
N.100	0,15						
N.200	0,07						
PASA #200							
TOTAL							

PASA TAMIZ N° 4 =
 PESO ANTES ENSAYO = 7964 PESO ANTES LAVADO =
 PESO DESP. ENSAYO = 7962 PESO DESP. LAVADO =



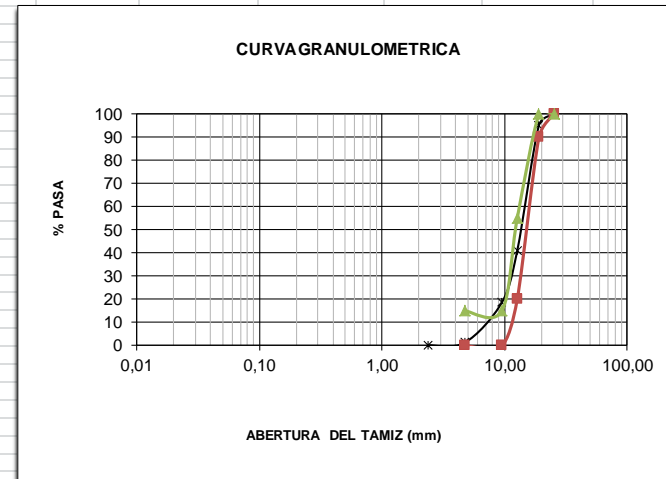


ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"
 TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN
 MUESTRA: RIPIO 3/4" - 3/8" (RIP-004)
 PROCEDENCIA: JUBONES (HEREDIA)
 FECHA: 04/06/2011

TAMIZ #.	ABERTURA MM.	PESO RETEN. GR.	P. RET. ACUM. GR.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF. ASTM C-33	
3"	76,20						
2"	50,80						
1,5"	38,10						
1"	25,40	0	0	0,00	100,00	100	100
3/4"	19,10	389	389	4,70	95,30	90	100
1/2"	12,70	4492	4881	59,03	40,97	20	55
3/8"	9,52	1847	6728	81,36	18,64	0	15
N.4	4,76	1434	8162	98,71	1,29	0	15
N.8	2,38	96	8258	99,87	0,13		
N.16	1,19						
N.30	0,59						
N.50	0,30						
N.100	0,15						
N.200	0,07						
PASA #200							
TOTAL							

PASA TAMIZ N° 4 =
 PESO ANTES ENSAYO = 8269 PESO ANTES LAVADO =
 PESO DESP. ENSAYO = 8258 PESO DESP. LAVADO =



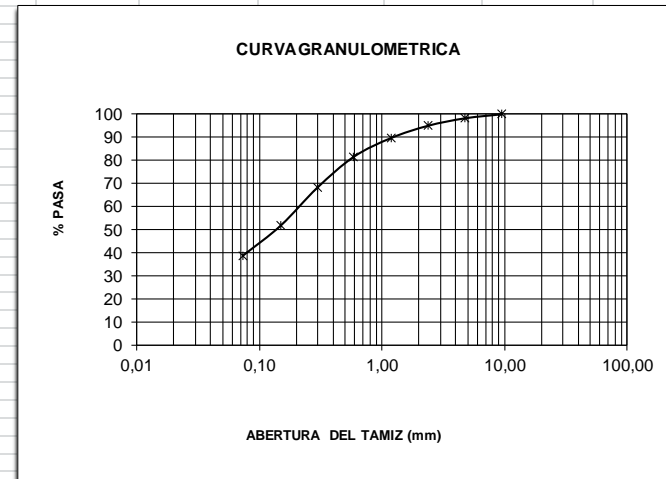


ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"
 TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN
 MUESTRA: PUZOLANA (PUZ-001)
 PROCEDENCIA: LLACAO - SHQUIR
 FECHA: 31/05/2011

TAMIZ #.	ABERTURA MM.	PESO RETEN. GR.	P. RET. ACUM. GR.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF. ASTM C-33
3"	76,20					
2"	50,80					
1,5"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,10					
1/2"	12,70					
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00	
N.4	4,76	16,70	16,7	1,73	98,27	
N.8	2,38	31,20	47,90	4,96	95,04	
N.16	1,19	51,00	98,90	10,24	89,76	
N.30	0,59	78,50	177,40	18,37	81,63	
N.50	0,30	129,30	306,70	31,76	68,24	
N.100	0,15	158,70	465,40	48,19	51,81	
N.200	0,07	123,90	589,30	61,02	38,98	
PASA #200		24,22				
TOTAL						

PASA TAMIZ N° 4 =
 PESO ANTES ENSAYO = PESO ANTES LAVADO = 965,71
 PESO DESP. ENSAYO = PESO DESP. LAVADO = 613,52



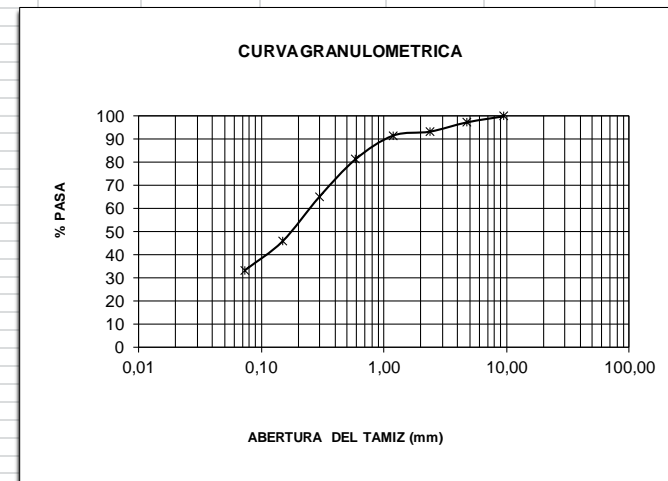


ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"
 TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN
 MUESTRA: PUZOLANA (PUZ-002)
 PROCEDENCIA: LLACAO - SHQUIR
 FECHA: 31/05/2011

TAMIZ #.	ABERTURA MM.	PESO RETEN. GR.	P. RET. ACUM. GR.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF. ASTM C-33
3"	76,20					
2"	50,80					
1,5"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,10					
1/2"	12,70					
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00	
N.4	4,76	25,60	25,6	2,62	97,38	
N.8	2,38	39,20	64,80	6,63	93,37	
N.16	1,19	16,80	81,60	8,35	91,65	
N.30	0,59	99,40	181,00	18,51	81,49	
N.50	0,30	160,30	341,30	34,91	65,09	
N.100	0,15	187,60	528,90	54,10	45,90	
N.200	0,07	121,30	650,20	66,50	33,50	
PASA #200		20,20				
TOTAL						

PASA TAMIZ N° 4 =
 PESO ANTES ENSAYO = PESO ANTES LAVADO = 977,70
 PESO DESP. ENSAYO = PESO DESP. LAVADO = 679,40





DENSIDADES Y ABSORCION		
PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"		
TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN		
MUESTRA: ARENA HEREDIA (AR-004)		
PROCEDENCIA: JUBONES		
FECHA: 10/06/2011		
A =	500,00	(Peso material superficie saturada seca)
B =	998,65	(Peso picnómetro + agua + material)
C =	691,90	(Peso picnómetro + agua)
D =	484,80	(Peso material seco)
Densidad aparente		2,51
Densidad sup. sat. seca =		2,59
Densidad absoluta		2,72
% absorción de agua =		3,14



DENSIDADES Y ABSORCION		
PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"		
TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN		
MUESTRA: ARENA HEREDIA M2 (AR-004)		
PROCEDENCIA: JUBONES		
FECHA: 13/06/2011		
A =	200,00	(Peso material superficie saturada seca)
B =	773,40	(Peso picnómetro + agua + material)
C =	651,50	(Peso picnómetro + agua)
D =	193,73	(Peso material seco)
Densidad aparente =	2,48	
Densidad sup. sat. seca =	2,56	
Densidad absoluta =	2,70	
% absorción de agua =	3,24	



DENSIDADES Y ABSORCION		
PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"		
TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN		
MUESTRA: ARENA (AR-001)		
PROCEDENCIA: RIRCAY (LABORATORIO)		
FECHA: 02/05/2011		
A =	200,00	(Peso material superficie saturada seca)
B =	780,70	(Peso picnómetro + agua + material)
C =	658,80	(Peso picnómetro + agua)
D =	194,54	(Peso material seco)
Densidad aparente =	2,49	
Densidad sup. sat. seca =	2,56	
Densidad absoluta =	2,68	
% absorción de agua =	2,81	



DENSIDADES Y ABSORCION	
PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"	
TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN	
MUESTRA: RIPIO 3/4"-3/8" M1 (RIP-004)	
PROCEDENCIA: JUBONES (HEREDIA)	
FECHA: 11/06/2011	
A =	3008,00 (Peso material superficie saturada seca)
B =	7755,00 (Peso picnómetro + agua + material)
C =	5887,00 (Peso picnómetro + agua)
D =	2945,00 (Peso material seco)
Densidad aparente =	2,58
Densidad sup. sat. seca =	2,64
Densidad absoluta =	2,73
% absorción de agua =	2,14



DENSIDADES Y ABSORCION	
PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"	
TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN	
MUESTRA: RIPIO 3/4" - 3/8" (RIP-004)	
PROCEDENCIA: JUBONES (HEREDIA)	
FECHA: 13/06/2011	
A =	1902,00 (Peso material superficie saturada seca)
B =	6593,00 (Peso picnómetro + agua + material)
C =	5417,00 (Peso picnómetro + agua)
D =	1862,00 (Peso material seco)
Densidad aparente =	2,56
Densidad sup. sat. seca =	2,62
Densidad absoluta =	2,71
% absorción de agua =	2,15






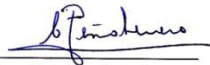
DENSIDADES Y ABSORCION		
PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"		
TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN		
MUESTRA: PUZOLANA (PUZ-001)		
PROCEDENCIA: LLACAO-SHIQUIR		
FECHA: 10/06/2011		
A =	500,00	(Peso material superficie saturada seca)
B =	995,00	(Peso picnómetro + agua + material)
C =	691,90	(Peso picnómetro + agua)
D =	480,20	(Peso material seco)
Densidad aparente =	2,44	
Densidad sup. sat. seca =	2,54	
Densidad absoluta =	2,71	
% absorción de agua =	4,12	



DENSIDADES Y ABSORCION		
PROYECTO: TESIS "HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE"		
TRABAJO: DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN		
MUESTRA: PUZOLANA (PUZ-002)		
PROCEDENCIA: LLACAO-SHIQUIR		
FECHA: 10/06/2011		
A =	500,00	(Peso material superficie saturada seca)
B =	994,30	(Peso picnómetro + agua + material)
C =	691,90	(Peso picnómetro + agua)
D =	479,50	(Peso material seco)
Densidad aparente =	2,43	
Densidad sup. sat. seca =	2,53	
Densidad absoluta =	2,71	
% absorción de agua =	4,28	



ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PUZOLANA:

	CESEMIN Centro de Servicios y Análisis de Minerales Metálicos y No Metálicos UNIVERSIDAD DE CUENCA									
<u>REPORTE DE RESULTADOS</u>										
CLIENTE:	MAESTRIA EN CONSTRUCCION									
SOLICITADO POR:	ING. IVAN CAÑIZARES									
MUESTRAS:	1 MUESTRA									
FECHA:	2012-02-08									
ANÁLISIS QUÍMICO										
	<table border="1"><thead><tr><th>% Oxido</th><th>PUZOLANA SECTOR LLACAO</th></tr></thead><tbody><tr><td>SiO₂</td><td>56,12</td></tr><tr><td>Al₂O₃</td><td>18,16</td></tr><tr><td>Fe₂O₃</td><td>5,92</td></tr></tbody></table>	% Oxido	PUZOLANA SECTOR LLACAO	SiO ₂	56,12	Al ₂ O ₃	18,16	Fe ₂ O ₃	5,92	
% Oxido	PUZOLANA SECTOR LLACAO									
SiO ₂	56,12									
Al ₂ O ₃	18,16									
Fe ₂ O ₃	5,92									
OBSERVACIONES:										
1. Método: Fusión con Hidróxidos. Espectroscopia de Absorción Atómica.										
										
Ing. Cecilia Castro Responsable análisis	Ing. Catalina Peñaherrera Directora									
cc. archivo										
<small>Universidad de Cuenca, sector Balzain- Telefax: (07) 4089561 Cuenca - Ecuador</small>										
<small>Email: cesemin@ucuenca.edu.ec http://rai.ucuenca.edu.ec/cesemin/</small>										



ENSAYO DE ABRASION				
PROYECTO: TESIS				
SOLICITADO POR: ING. IVÁN CAÑIZARES				
PROCEDENCIA: RIPIO 3/4". JUBONES (HEREDIA)				
GRANULOMETRIA TIPO B				
FECHA: 16/06/2011				
REVOLUCIONES	PESO INICIAL	RETENIDO TAM. N. 12	PASA TAM. N. 12	% DESGASTE
0	5004			
100				
500		3736	1268	25,34

ENSAYO DE ABRASION				
PROYECTO: TESIS				
SOLICITADO POR: ING. IVÁN CAÑIZARES				
PROCEDENCIA: RIPIO 3/4". JUBONES (HEREDIA)				
GRANULOMETRIA TIPO B				
FECHA: 14/10/2011				
REVOLUCIONES	PESO INICIAL	RETENIDO TAM. N. 12	PASA TAM. N. 12	% DESGASTE
0	5000			
100				
500		3760	1240	24,80



CONTENIDO ORGANICO			
PROYECTO:	TESIS "HAC"		
MUESTRA:	ARENA HEREDIA 1		
PROCEDENCIA:	RIO JUBONES		
FECHA:	12/08/2011		
MENOR A 1 (de acuerdo al elemento patrón)			

CONTENIDO ORGANICO			
PROYECTO:	TESIS "HAC"		
MUESTRA:	ARENA HEREDIA 2		
PROCEDENCIA:	RIO JUBONES		
FECHA:	20/10/2011		
MENOR A 1 (de acuerdo al elemento patrón)			

CONTENIDO ORGANICO			
PROYECTO:	TESIS "HAC"		
MUESTRA:	ARENA TRELLES (2)		
PROCEDENCIA:	RIO JADAN		
FECHA:	15/07/2011		
SEMEJANTE A 1 (de acuerdo al elemento patrón)			

CONTENIDO ORGANICO			
PROYECTO:	TESIS "HAC"		
MUESTRA:	ARENA TRELLES		
PROCEDENCIA:	RIO JADÁN		
FECHA:	15/07/2011		
MENOR A 1 (de acuerdo al elemento patrón)			



ANEXO II

DISEÑOS DE CONCRETOS CONVENCIONALES (CC)

	Pág.
DISEÑOS DE CONCRETOS CONVENCIONALES	120 – 132



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)																																																																																																																																															
MEZCLA: CCHS250-002 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2																																																																																																																																															
(A) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)																																																																																																																																															
ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)																																																																																																																																															
ASENTAMIENTO: 7-10 CM.																																																																																																																																															
FECHA ELABORACIÓN = 01/07/2011																																																																																																																																															
16																																																																																																																																															
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.																																																																																																																																							
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG																																																																																																																																				
CEMENTO HOLCIM	3,10				370	370	119,35	5,920	5,920		5,920																																																																																																																																				
AGUA	1,00				243	200	200,00	3,896	3,200		2,534																																																																																																																																				
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	738	761	294,00	11,807	12,178	7,98	12,749																																																																																																																																				
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	949	970	368,00	15,191	15,516	2,76	15,610																																																																																																																																				
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10				2,96	2,96	2,69	0,047	0,047		0,047																																																																																																																																				
AIRE							16,00																																																																																																																																								
TOTAL					2304	2304	1000																																																																																																																																								
							1000																																																																																																																																								
Relación W/C =	0,541		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	662																																																																																																																																							
Relación Agr/C =	4,678		Peso =	3720	3686	gr.																																																																																																																																									
Asent. Medido =	7,50	cm.	Densidad =	2368	2346	kg/m3																																																																																																																																									
Dens. Conc. Fresco =	2357	kg/m3.					Ps/Pr (peso) =	0,796																																																																																																																																							
							Vs/Vr (vol.) =	0,799																																																																																																																																							
							Volumen de Arena =	294																																																																																																																																							
							Volumen de Ripio =	368																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> <th>Y1</th> <th colspan="2">CURVA DE</th> <th colspan="5"></th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>% PASA</th> <th>% PASA</th> <th>% PASA</th> <th>AJUSTE Y1</th> <th>AJUSTE</th> <th>SUM. A1*A1 =</th> <th colspan="5"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Arena</td> <td>Ripio</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>46805</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>100,00</td> <td>95,30</td> <td></td> <td>100,00</td> <td>97,38</td> <td>SUM. A1*A2 = 11533</td> <td>Arena =</td> <td>0,464</td> <td>0,443</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>100,00</td> <td>18,64</td> <td></td> <td>67,00</td> <td>54,70</td> <td>SUM. A1*A3 = 0</td> <td>Ripio =</td> <td>0,583</td> <td>0,557</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td># 4</td> <td>98,93</td> <td>1,29</td> <td></td> <td>45,00</td> <td>44,57</td> <td>SUM. A1*Y1 = 28422</td> <td>suma =</td> <td>1,046</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td># 8</td> <td>90,84</td> <td>0,13</td> <td></td> <td>38,00</td> <td>40,33</td> <td>SUM. A2*A2 = 9431</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 16</td> <td>75,32</td> <td></td> <td></td> <td>32,00</td> <td>33,38</td> <td>SUM. A2*A3 = 0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 30</td> <td>51,16</td> <td></td> <td></td> <td>24,00</td> <td>22,67</td> <td>SUM. A2*Y1 = 10842</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 50</td> <td>20,98</td> <td></td> <td></td> <td>8,00</td> <td>9,30</td> <td>SUM. A3*A3 = 0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 100</td> <td>5,92</td> <td></td> <td></td> <td>2,00</td> <td>2,62</td> <td>SUM. A3*Y1 = 0</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>													A1	A2	A3	Y1	CURVA DE							TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =							Arena	Ripio				46805						3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2 = 11533	Arena =	0,464	0,443			3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3 = 0	Ripio =	0,583	0,557			# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1 = 28422	suma =	1,046				# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2 = 9431						# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3 = 0						# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1 = 10842						# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3 = 0						# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1 = 0					
	A1	A2	A3	Y1	CURVA DE																																																																																																																																										
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =																																																																																																																																									
	Arena	Ripio				46805																																																																																																																																									
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2 = 11533	Arena =	0,464	0,443																																																																																																																																						
3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3 = 0	Ripio =	0,583	0,557																																																																																																																																						
# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1 = 28422	suma =	1,046																																																																																																																																							
# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2 = 9431																																																																																																																																									
# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3 = 0																																																																																																																																									
# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1 = 10842																																																																																																																																									
# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3 = 0																																																																																																																																									
# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1 = 0																																																																																																																																									



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCHS350-001 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2												
(B) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)												
ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.												
FECHA ELABORACIÓN = 01/07/2011												
16												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.		PESO SECO	PESO S.S.S	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S	HUM. NAT.	PESO HUM.
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%		KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO HOLCIM	3,10					415	415	133,87	6,640	6,640		6,640
AGUA	1,00					243	200	200,00	3,881	3,200		2,514
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		723	746	288,00	11,566	11,929	7,98	12,489
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		929	949	360,00	14,861	15,179	2,99	15,305
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10					3,32	3,32	3,02	0,053	0,053		0,053
AIRE								15,00				
TOTAL						2313	2313	1000				
									1000			
Relación W/C =	0,482		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	648				
Relación Agr/C =	4,083		Peso =	3754	3709	gr.						
Asent. Medido =	9,00	cm.	Densidad =	2390	2361	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2375	kg/m3.					Ps/Pr (peso)=	0,796				
							Vs/Vr (vol.) =	0,799				
							Volumen de Arena =	288				
							Volumen de Ripio =	360				
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,464	0,443		
3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,583	0,557		
# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1 =	28422	suma =	1,046			
# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1 =	10842					
# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1 =	0					



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)																																																																																																																																																
MEZCLA: CCHS250-003	RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2																																																																																																																																															
(C)	MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)																																																																																																																																															
	ADITIVO = VISCOCRETE 2100 (SIKA)																																																																																																																																															
	ASENTAMIENTO : 7 - 10 CM.																																																																																																																																															
	FECHA ELABORACIÓN = 05/07/2011																																																																																																																																															
26																																																																																																																																																
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/26 LTS.																																																																																																																																								
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO SECO		VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S	HUM. NAT	PESO HUM.																																																																																																																																					
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG																																																																																																																																					
CEMENTO HOLCIM	3,10				370	370	119,35	9,620	9,620		9,620																																																																																																																																					
AGUA	1,00				244	200	200,00	6,332	5,200		3,943																																																																																																																																					
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	738	761	294,00	19,186	19,789	9,50	21,009																																																																																																																																					
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	952	972	369,00	24,753	25,282	2,29	25,319																																																																																																																																					
VISCOCRETE 2100 (0,8%)	1,10				2,96	2,96	2,69	0,077	0,077		0,077																																																																																																																																					
AIRE							15,00																																																																																																																																									
TOTAL					2306	2306	1000																																																																																																																																									
							1000																																																																																																																																									
Relación W/C =	0,541		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	663																																																																																																																																								
Relación Agr/C =	4,685		Peso =	3686	3673	gr.																																																																																																																																										
Asent. Medido =	7,00	cm.	Densidad =	2346	2338	kg/m3																																																																																																																																										
Dens. Conc. Fresco =	2342	kg/m3.					Ps/Pr (peso)=	0,796																																																																																																																																								
							Vs/Vr (vol.) =	0,799																																																																																																																																								
							Volumen de Arena =	294																																																																																																																																								
							Volumen de Ripio =	369																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> <th>Y1</th> <th colspan="2">CURVA DE</th> <th colspan="5"></th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>% PASA</th> <th>% PASA</th> <th>% PASA</th> <th>AJUSTE</th> <th>AJUSTE</th> <th>SUM. A1*A1 =</th> <th colspan="5"></th> </tr> <tr> <td></td> <td>Arena</td> <td>Ripio</td> <td></td> <td>Y1</td> <td></td> <td>46805</td> <td colspan="5"></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/4"</td> <td>100,00</td> <td>95,30</td> <td></td> <td>100,00</td> <td>97,38</td> <td>SUM. A1*A2 = 11533</td> <td>Arena =</td> <td>0,464</td> <td>0,443</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>100,00</td> <td>18,64</td> <td></td> <td>67,00</td> <td>54,70</td> <td>SUM. A1*A3 = 0</td> <td>Ripio =</td> <td>0,583</td> <td>0,557</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td># 4</td> <td>98,93</td> <td>1,29</td> <td></td> <td>45,00</td> <td>44,57</td> <td>SUM. A1*Y1 = 28422</td> <td>suma =</td> <td>1,046</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td># 8</td> <td>90,84</td> <td>0,13</td> <td></td> <td>38,00</td> <td>40,33</td> <td>SUM. A2*A2 = 9431</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 16</td> <td>75,32</td> <td></td> <td></td> <td>32,00</td> <td>33,38</td> <td>SUM. A2*A3 = 0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 30</td> <td>51,16</td> <td></td> <td></td> <td>24,00</td> <td>22,67</td> <td>SUM. A2*Y1 = 10842</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 50</td> <td>20,98</td> <td></td> <td></td> <td>8,00</td> <td>9,30</td> <td>SUM. A3*A3 = 0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 100</td> <td>5,92</td> <td></td> <td></td> <td>2,00</td> <td>2,62</td> <td>SUM. A3*Y1 = 0</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>														A1	A2	A3	Y1	CURVA DE							TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	AJUSTE	SUM. A1*A1 =							Arena	Ripio		Y1		46805						3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2 = 11533	Arena =	0,464	0,443			3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3 = 0	Ripio =	0,583	0,557			# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1 = 28422	suma =	1,046				# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2 = 9431						# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3 = 0						# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1 = 10842						# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3 = 0						# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1 = 0					
	A1	A2	A3	Y1	CURVA DE																																																																																																																																											
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	AJUSTE	SUM. A1*A1 =																																																																																																																																										
	Arena	Ripio		Y1		46805																																																																																																																																										
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2 = 11533	Arena =	0,464	0,443																																																																																																																																							
3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3 = 0	Ripio =	0,583	0,557																																																																																																																																							
# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1 = 28422	suma =	1,046																																																																																																																																								
# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2 = 9431																																																																																																																																										
# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3 = 0																																																																																																																																										
# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1 = 10842																																																																																																																																										
# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3 = 0																																																																																																																																										
# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1 = 0																																																																																																																																										



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)																																																																																																																																														
MEZCLA: CCHS350-002 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2																																																																																																																																														
(D) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)																																																																																																																																														
ADITIVO = VISCOCRETE 2100 (SIKA)																																																																																																																																														
ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.																																																																																																																																														
FECHA ELABORACIÓN = 05/07/2011																																																																																																																																														
26																																																																																																																																														
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/26 LTS.																																																																																																																																						
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG																																																																																																																																			
CEMENTO HOLCIM	3,10				410	410	132,26	10,660	10,660		10,660																																																																																																																																			
AGUA	1,00				236	197	197,00	6,126	5,122		4,003																																																																																																																																			
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	728	751	290,00	18,925	19,520	9,00	20,629																																																																																																																																			
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	937	957	363,00	24,350	24,871	2,18	24,881																																																																																																																																			
VISCOCRETE 2100 (0,8%)	1,10				3,28	3,28	2,98	0,085	0,085		0,085																																																																																																																																			
AIRE							15,00																																																																																																																																							
TOTAL					2313	2318	1000																																																																																																																																							
							1000																																																																																																																																							
Relación W/C =	0,480		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	653																																																																																																																																						
Relación Agr/C =	4,164		Peso =	3673	3696	gr.																																																																																																																																								
Asent. Medido =	10,00	cm.	Densidad =	2338	2353	kg/m3																																																																																																																																								
Dens. Conc. Fresco =	2345	kg/m3.					Ps/Pr (peso) =	0,796																																																																																																																																						
							Vs/Vr (vol.) =	0,799																																																																																																																																						
							Volumen de Arena =	290																																																																																																																																						
							Volumen de Ripio =	363																																																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> <th>Y1</th> <th>AJUSTE</th> <th>CURVA DE</th> <th colspan="6"></th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>% PASA Arena</th> <th>% PASA Ripio</th> <th>% PASA</th> <th>AJUSTE Y1</th> <th>AJUSTE</th> <th>SUM. A1*A1 =</th> <th colspan="6"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/4"</td> <td>100,00</td> <td>95,30</td> <td></td> <td>100,00</td> <td>97,38</td> <td>SUM. A1*A2 =</td> <td>46805</td> <td>Arena =</td> <td>0,464</td> <td>0,443</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>100,00</td> <td>18,64</td> <td></td> <td>67,00</td> <td>54,70</td> <td>SUM. A1*A3 =</td> <td>0</td> <td>Ripio =</td> <td>0,583</td> <td>0,557</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td># 4</td> <td>98,93</td> <td>1,29</td> <td></td> <td>45,00</td> <td>44,57</td> <td>SUM. A1*Y1 =</td> <td>28422</td> <td>suma =</td> <td>1,046</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td># 8</td> <td>90,84</td> <td>0,13</td> <td></td> <td>38,00</td> <td>40,33</td> <td>SUM. A2*A2 =</td> <td>9431</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 16</td> <td>75,32</td> <td></td> <td></td> <td>32,00</td> <td>33,38</td> <td>SUM. A2*A3 =</td> <td>0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 30</td> <td>51,16</td> <td></td> <td></td> <td>24,00</td> <td>22,67</td> <td>SUM. A2*Y1 =</td> <td>10842</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 50</td> <td>20,98</td> <td></td> <td></td> <td>8,00</td> <td>9,30</td> <td>SUM. A3*A3 =</td> <td>0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td># 100</td> <td>5,92</td> <td></td> <td></td> <td>2,00</td> <td>2,62</td> <td>SUM. A3*Y1 =</td> <td>0</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>														A1	A2	A3	Y1	AJUSTE	CURVA DE							TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =							3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2 =	46805	Arena =	0,464	0,443			3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,583	0,557			# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1 =	28422	suma =	1,046				# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2 =	9431						# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3 =	0						# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1 =	10842						# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3 =	0						# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1 =	0					
	A1	A2	A3	Y1	AJUSTE	CURVA DE																																																																																																																																								
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =																																																																																																																																								
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2 =	46805	Arena =	0,464	0,443																																																																																																																																				
3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,583	0,557																																																																																																																																				
# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1 =	28422	suma =	1,046																																																																																																																																					
# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2 =	9431																																																																																																																																							
# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3 =	0																																																																																																																																							
# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1 =	10842																																																																																																																																							
# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3 =	0																																																																																																																																							
# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1 =	0																																																																																																																																							



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGS250-001 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(E) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)												
ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.												
FECHA ELABORACIÓN = 08/07/2011												
											26	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/26 LTS.				
	P. ESP.	P. ESP.	P. ESP.	ABS.	PESO	PESO SECO	PESO S.S.S	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S	HUM. NAT	PESO HUM.
	AP.	S.S.S.	SECO	%	VOL.	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO GUAPÁN	3,10					368	368	118,71	9,568	9,568		9,568
AGUA	1,00					250	208	208,00	6,487	5,408		4,685
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		792	816	291,00	20,580	21,226	6,94	22,008
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		994	1015	364,00	25,837	26,390	1,91	26,330
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10					2,94	2,94	2,68	0,077	0,077		0,077
AIRE								15,00				
TOTAL						2406	2410	999				
									1000			
Relación W/C =	0,565		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	656				
Relación Agr/C =	4,977		Peso =			gr.						
Asent. Medido =	5,50	cm.	Densidad =	0	0	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	0	kg/m3.					Ps/Pr (peso) =	0,796				
							Vs/Vr (vol.) =	0,799				
							Volumen de Arena =	291				
							Volumen de Ripio =	364				
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,464	0,443		
3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,583	0,557		
# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1 =	28422	suma =	1,046			
# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1 =	10842					
# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1 =	0					



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGS350-001	RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2											
(F)	MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
	ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)											
	ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.											
	FECHA ELABORACIÓN = 08/07/2011											
	26											
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/26 LTS.				
	P. ESP.	P. ESP.	P. ESP.	ABS.	PESO	PESO SECO	PESO S.S.S	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S	HUM. NAT.	PESO HUM.
	AP.	S.S.S.	SECO	%	VOL.	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG
CEMENTO GUAPÁN	3,10					500	500	161,29	13,000	13,000		13,000
AGUA	1,00					246	207	207,00	6,392	5,382		4,707
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		740	763	272,00	19,236	19,840	6,94	20,571
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		931	951	341,00	24,204	24,722	1,91	24,666
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10					4,00	4,00	3,64	0,104	0,104		0,104
AIRE								15,00				
TOTAL						2421	2425	1000				
								1000				
Relación W/C =	0,414		Vol. Prob.	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	613				
Relación Agr/C =	3,428		Peso =			gr.						
Asent. Medido =		cm.	Densidad =	0	0	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	0	kg/m3.							Ps/Pr (peso) =	0,796		
									Vs/Vr (vol.) =	0,799		
									Volumen de Arena =	272		
									Volumen de Ripio =	341		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1=	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,38	SUM. A1*A2=	11533	Arena =	0,464	0,443		
3/8"	100,00	18,64		67,00	54,70	SUM. A1*A3=	0	Ripio =	0,583	0,557		
# 4	98,93	1,29		45,00	44,57	SUM. A1*Y1=	28422	suma =	1,046			
# 8	90,84	0,13		38,00	40,33	SUM. A2*A2=	9431					
# 16	75,32			32,00	33,38	SUM. A2*A3=	0					
# 30	51,16			24,00	22,67	SUM. A2*Y1=	10842					
# 50	20,98			8,00	9,30	SUM. A3*A3=	0					
# 100	5,92			2,00	2,62	SUM. A3*Y1=	0					



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGS250-002	RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2											
(G)	MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
	ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)											
	ASENTAMIENTO : 7 - 10 CM.											
	FECHA ELABORACIÓN = 13/07/2011											
											26	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES						MATERIALES /M3.			MATERIALES/26 LTS.			
	P. ESP. AP.	P. ESP. S.S.S.	P. ESP. SECO	ABS. %	PESO VOL.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG
CEMENTO GUAPÁN	3,10					420	420	135,48	10,920	10,920		10,920
AGUA	1,00					242	200	200,00	6,283	5,200		3,915
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14		862	889	317,00	22,418	23,122	9,58	24,566
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14		898	917	329,00	23,352	23,852	1,46	23,693
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10					3,36	3,36	3,05	0,087	0,087		0,087
AIRE								15,00				
TOTAL						2425	2430	1000				
								1000				
Relación W/C =	0,476		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	646				
Relación Agr/C =	4,302		Peso =			gr.						
Asent. Medido =	fluido	cm.	Densidad =			kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =		kg/m3.					Ps/Pr (peso)=	0,959				
							Vs/Vr (vol.) =	0,963				
Observación:	muy fluido, no se puede medir el asentamiento exuda mucho, la pasta blanquea se mezcló el aditivo con el agua no se confeccionan probetas						Volumen de Arena =	317				
							Volumen de Ripio =	329				
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE	SUM. A1*A1=	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,60	SUM. A1*A2=	11533	Arena =	0,515	0,490		
3/8"	100,00	18,64		75,00	58,48	SUM. A1*A3=	0	Ripio =	0,536	0,510		
# 4	98,93	1,29		48,00	49,10	SUM. A1*Y1=	30276	suma =	1,051			
# 8	90,84	0,13		42,00	44,54	SUM. A2*A2=	9431					
# 16	75,32			34,00	36,88	SUM. A2*A3=	0					
# 30	51,16			27,00	25,05	SUM. A2*Y1=	10995					
# 50	20,98			12,00	10,27	SUM. A3*A3=	0					
# 100	5,92			3,00	2,90	SUM. A3*Y1=	0					



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGS350-002 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2												
(H) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)												
ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.												
FECHA ELABORACIÓN = 13/07/2011												
											26	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/26 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				400	400	129,03	10,400	10,400		10,400	
AGUA	1,00				230	190	190,00	5,984	4,940		3,658	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	853	880	340,00	22,188	22,885	9,58	24,314	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	833	851	323,00	21,667	22,131	1,46	21,983	
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10				3,20	3,20	2,91	0,083	0,083		0,083	
AIRE							15,00					
TOTAL					2320	2325	1000					
							1000					
Relación W/C =	0,475		Vol. Prob.	1571	1571	cc.	Vr + Vs =		663			
Relación Agr/C =	4,328		Peso =	3712	3714	gr.						
Asent. Medido =	10,00	cm.	Densidad =	2363	2364	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2363	kg/m3.					Ps/Pr (peso)=	1,046				
							Vs/Vr (vol.) =	1,050				
Observaciones:							Volumen de Arena =	340				
							Volumen de Ripio =	323				
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE							
					SUM. A1*A1=	46805						
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,70	SUM. A1*A2=	11533	Arena =	0,535	0,511		
3/8"	100,00	18,64		75,00	60,23	SUM. A1*A3=	0	Ripio =	0,512	0,489		
# 4	98,93	1,29		55,00	51,21	SUM. A1*Y1=	30968	suma =	1,047			
# 8	90,84	0,13		42,00	46,50	SUM. A2*A2=	9431					
# 16	75,32			34,00	38,51	SUM. A2*A3=	0					
# 30	51,16			27,00	26,15	SUM. A2*Y1=	11004					
# 50	20,98			12,00	10,73	SUM. A3*A3=	0					
# 100	5,92			3,00	3,03	SUM. A3*Y1=	0					



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGS250-003 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(i) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = VISCOCRETE 2100 R (SIKA)												
ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.												
FECHA ELABORACIÓN = 13/07/2011												
26												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/26 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO SECO	PESO S.S.S	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S	HUM. NAT	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				360	360	116,13	9,360	9,360		9,360	
AGUA	1,00				233	192	192,00	6,053	4,992		3,692	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	866	893	345,00	22,515	23,222	9,58	24,672	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	849	867	329,00	22,069	22,542	1,46	22,392	
VISCOCRETE 2100 R (0,8%)	1,10				2,88	2,88	2,62	0,075	0,075		0,075	
AIRE							15,00					
TOTAL					2310	2315	1000					
							1000					
Relación W/C =	0,533		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	674				
Relación Agr/C =	4,889		Peso =	3638	3620	gr.						
Asent. Medido =	9,00	cm.	Densidad =	2316	2304	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2310	kg/m3.					Ps/Pr (peso) =	1,046				
							Vs/Vr (vol.) =	1,050				
							Volumen de Arena =	345				
							Volumen de Ripio =	329				
A1 A2 A3 Y1												
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,70	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,535	0,511		
3/8"	100,00	18,64		75,00	60,23	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,512	0,489		
# 4	98,93	1,29		55,00	51,21	SUM. A1*Y1 =	30968	suma =	1,047			
# 8	90,84	0,13		42,00	46,50	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			34,00	38,51	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			27,00	26,15	SUM. A2*Y1 =	11004					
# 50	20,98			12,00	10,73	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			3,00	3,03	SUM. A3*Y1 =	0					



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCHA250-001	RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2											
(L)	MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = ADITEC SF-106											
	ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.											
	FECHA ELABORACIÓN = 25/08/2011											
												16
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO SECO		VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S	HUM. NAT	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG	
CEMENTO HOLCIM	3,10				355	355	114,52	5,680	5,680		5,680	
AGUA	1,00				239	195	195,00	3,830	3,120		3,384	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	781	805	311,00	12,490	12,882	2,74	12,832	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	929	949	360,00	14,861	15,179	0,70	14,965	
ADITEC SF-106 (1,4%)	1,17				4,97	4,97	4,25	0,080	0,080		0,080	
AIRE							15,00					
TOTAL					2309	2309	1000					
							1000					
Relación W/C =	0,549		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	671				
Relación Agr/C =	4,940		Peso =	3707	3678	gr.						
Asent. Medido =	9,00	cm.	Densidad =	2360	2341	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2350	kg/m3.					Ps/Pr (peso)=	0,839				
							Vs/Vr (vol.) =	0,862				
			Observación: buena mezcla				Volumen de Arena =	311				
							Volumen de Ripio =	360				
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1=	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,44	SUM. A1*A2=	11533	Arena =	0,483	0,456		
3/8"	100,00	18,64		75,00	55,76	SUM. A1*A3=	0	Ripio =	0,575	0,544		
# 4	98,93	1,29		45,00	45,83	SUM. A1*Y1=	29222	suma =	1,058			
# 8	90,84	0,13		38,00	41,51	SUM. A2*A2=	9431					
# 16	75,32			32,00	34,36	SUM. A2*A3=	0					
# 30	51,16			24,00	23,34	SUM. A2*Y1=	10991					
# 50	20,98			8,00	9,57	SUM. A3*A3=	0					
# 100	5,92			2,00	2,70	SUM. A3*Y1=	0					



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCHA350-001	RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2											
(M)	MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
	ADITIVO = ADITEC SF-106											
	ASENTAMIENTO = 7 - 10 CM.											
	FECHA ELABORACIÓN = 25/08/2011											
16												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO SECO	PESO S.S.S	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S	HUM. NAT	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG	
CEMENTO HOLCIM	3,10				405	405	130,65	6,480	6,480		6,480	
AGUA	1,00				234	190	190,00	3,739	3,040		3,300	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	768	792	306,00	12,289	12,675	2,74	12,626	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	916	936	355,00	14,654	14,968	0,70	14,757	
ADITEC SF-106 (1,4%)	1,17				5,67	5,67	4,85	0,091	0,091		0,091	
AIRE							14,00					
TOTAL					2328	2328	1000					
							1000					
Relación W/C =	0,469		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	661				
Relación Agr/C =	4,266		Peso =	3687	3732	gr.						
Asent. Medido =	8,50	cm.	Densidad =	2347	2376	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2361	kg/m3.					Ps/Pr (peso) =	0,839				
							Vs/Vr (vol.) =	0,862				
							Volumen de Arena =	306				
							Volumen de Ripio =	355				
	Observación: buena mezcla											
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,44	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,483	0,456		
3/8"	100,00	18,64		75,00	55,76	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,575	0,544		
# 4	98,93	1,29		45,00	45,83	SUM. A1*Y1 =	29222	suma =	1,058			
# 8	90,84	0,13		38,00	41,51	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			32,00	34,36	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			24,00	23,34	SUM. A2*Y1 =	10991					
# 50	20,98			8,00	9,57	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			2,00	2,70	SUM. A3*Y1 =	0					



DOSIFICACIÓN CONCRETO CONVENCIONAL (CC)												
MEZCLA: CCGA250-001	RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM ²											
(N)	MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
	ADITIVO = ADITEC SF-106											
	ASENTAMIENTO : 7 - 10 CM.											
	FECHA ELABORACIÓN = 26/08/2011											
												16
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/16 LTS.				
	DENS.	DENS.	DENS.	ABS.	PESO SECO	PESO S.S.S	VOL. AP.	PESO SECO	PESO S.S.S	HUM. NAT	PESO HUM.	
	ABS.	S.S.S.	APAR.	%	KG.	KG.	LTS.	KG.	KG.	%	KG	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				350	350	112,90	5,600	5,600		5,600	
AGUA	1,00				231	185	185,00	3,697	2,960		3,251	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	889	916	354,00	14,217	14,663	2,61	14,588	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	849	867	329,00	13,581	13,872	0,55	13,656	
ADITEC SF-106 (1,4%)	1,17				4,90	4,90	4,19	0,078	0,078		0,078	
AIRE							15,00					
TOTAL					2323	2323	1000					
							1000					
Relación W/C =	0,529		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Vr + Vs =	683				
Relación Agr/C =	5,095		Peso =	3729	3642	gr.						
Asent. Medido =	10,00	cm.	Densidad =	2374	2318	kg/m3						
Dens. Conc. Fresco =	2346	kg/m3.					Ps/Pr (peso)=	1,046				
							Vs/Vr (vol.) =	1,075				
Observación: buena mezcla							Volumen de Arena =	354				
							Volumen de Ripio =	329				
	A1	A2	A3	Y1								
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arena	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	97,70	SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,535	0,511		
3/8"	100,00	18,64		75,00	60,23	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,512	0,489		
# 4	98,93	1,29		55,00	51,21	SUM. A1*Y1 =	30968	suma =	1,047			
# 8	90,84	0,13		42,00	46,50	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			34,00	38,51	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			27,00	26,15	SUM. A2*Y1 =	11004					
# 50	20,98			12,00	10,73	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			3,00	3,03	SUM. A3*Y1 =	0					



ANEXO III

DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

	Pág.
DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES	134 - 152



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHS250-001		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2										
(AA-01)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); PUZOLANA (LLACAO)										
FECHA ELABORACIÓN = 15/07/2011											18	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG	
CEMENTO HOLCIM	3.10				400	400	129.03	7.200	7.200		7.200	
AGUA	1.00				256	220	220.00	4.774	3.960		3.068	
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	668	689	266.00	12.018	12.395	9.18	13.121	
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	712	727	276.00	12.817	13.092	2.89	13.188	
VISCOCRETE 2100 R (1,2%)	1.10				4.80	4.80	4.36	0.086	0.086		0.086	
PUZOLANA	2.71	2.54	2.44	4.12	210	218	86.00	3.777	3.933	5.18	3.973	
AIRE												
TOTAL					2251	2259	1000					
					2370			1000				
Relación W/C =	0.550		Cap. paso (PA)=	*	>= 0.75							
ESCURR. (T500) = VS =	9	s.	Relac. VSVF =	3	<= 2	Pr + Ps + Pp = 1709						
ASENTAMIENTO (SF) =	500	520 - 700 mm					Peso de Arena (kg) =		723	Vol. Ripio (%) = 27.60		
VISCOSIDAD (VF) =	3	<= 10 s.					Peso de Ripio (kg) =		752	Frac. Pasta (%) = 35.34		
Observaciones:	* no llega al tope se rediseña, falta finos no se confeccionan cilindros		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de puzolana =		234	Frac. Mort. (%) = 70.54		
			Peso =			gr.	Volumen de Arena (lts) =		266	Agua = 22.00		
			Densidad =	0	0	kg/m3	Volumen de Ripio (lts) =		276			
			D. Conc. Fres. =	0	0	kg/m3	Volumen de Puzolana (lts) =		86			
TAMIZ	A1	A2	A3	Y1	AJUSTE CURVA DE							
	Arene	Ripio	Puzolana	Y1	AJUSTE	SUM A1*Y1 =	46805					
	3/4"	100,00	95,30	100,00	100,00	97,93	SUM A1*Y2 =	11533	Arene = 0,441		0,423	
	3/8"	100,00	18,64	100,00	78,00	64,18	SUM A1*Y3 =	51031	Ripio = 0,459		0,440	
	# 4	98,93	1,29	98,27	55,00	55,85	SUM A1*Y4 =	33216	Puzolana = 0,143		0,137	
	# 8	90,84	0,13	95,04	50,00	51,48	SUM A2*Y2 =	9431	Suma =		1,043	
	# 16	75,32		89,76	42,00	44,14	SUM A2*Y3 =	11533				
	# 30	51,16		81,63	35,00	32,81	SUM A2*Y4 =	11061				
	# 50	20,98		68,24	20,00	18,21	SUM A3*Y3 =	60751				
	# 100	5,92		51,81	10,00	9,60	SUM A3*Y4 =	38467				

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHS250-002		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2										
(AA-02)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); PUZOLANA (LLACAO)										
FECHA ELABORACIÓN = 19/07/2011											18	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG	
CEMENTO HOLCIM	3.10				415	415	133.87	7.470	7.470		7.470	
AGUA	1.00				259	230	230.00	4.969	4.140		3.672	
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	462	476	184.00	8.313	8.574	8.41	9.012	
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	673	688	261.00	12.121	12.380	1.98	12.361	
VISCOCRETE 2100 R (2%)	1.10				8.30	8.30	7.55	0.149	0.149		0.149	
PUZOLANA	2.71	2.54	2.44	4.12	400	417	164.00	7.203	7.500	4.81	7.549	
AIRE												
TOTAL					2218	2234	1000					
					2340			1000				
Relación W/C =	0.554		Cap. paso (PA)=		>= 0.75							
ESCURR. (T500) = VS =		s.	Relac. VSVF =		<= 2	Pr + Ps + Pp = 1658						
ASENTAMIENTO (SF) =		520 - 700					Peso de Arena (kg) =		501	Vol. Ripio (%) = 26.10		
VISCOSIDAD (VF) =		<= 10 s.					Peso de Ripio (kg) =		712	Frac. Pasta (%) = 37.14		
Observaciones:	Se aumenta agua, no fluye no se conf. Cilindros		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de puzolana =		445	Frac. Mort. (%) = 71.94		
			Peso =			gr.	Volumen de Arena (lts) =		184	Agua = 23.00		
			Densidad =	0	0	kg/m3	Volumen de Ripio (lts) =		261			
			D. Conc. Fres. =	0	0	kg/m3	Volumen de Puzolana (lts) =		164			
TAMIZ	A1	A2	A3	Y1	AJUSTE CURVA DE							
	Arene	Ripio	Puzolana	Y1	AJUSTE	SUM A1*Y1 =	46805					
	3/4"	100,00	95,30	100,00	100,00	97,98	SUM A1*Y2 =	11533	Arene = 0,314		0,302	
	3/8"	100,00	18,64	100,00	78,00	65,06	SUM A1*Y3 =	51031	Ripio = 0,447		0,429	
	# 4	98,93	1,29	98,27	58,00	56,83	SUM A1*Y4 =	34136	Puzolana = 0,280		0,269	
	# 8	90,84	0,13	95,04	52,00	53,02	SUM A2*Y2 =	9431	Suma =		1,041	
	# 16	75,32		89,76	45,00	46,86	SUM A2*Y3 =	11533				
	# 30	51,16		81,63	35,00	37,37	SUM A2*Y4 =	11066				
	# 50	20,98		68,24	28,00	24,66	SUM A3*Y3 =	60751				
	# 100	5,92		51,81	18,00	15,70	SUM A3*Y4 =	38181				



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)														
MEZCLA: HACHS250-00; RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2														
(AA-03) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)														
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA)														
FECHA ELABORACIÓN = 19/07/2011														
18														
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.						
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.			
CEMENTO HOLCIM	3,10				415	415	133,87	7,470	7,470		7,470			
AGUA	1,00				263	220	220,00	4,662	3,960		3,073			
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	954	964	360,00	17,168	17,707	8,41	18,612			
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	624	638	242,00	11,238	11,479	1,98	11,461			
VISCOCRETE 2100 R (2%)	1,10				8,30	8,30	7,55	0,149	0,149		0,149			
SUSTITUCIÓN											17,00			
AIRE											1000			
TOTAL					2265	2265	1000							
Relación W/C =					0,530	Cap. paso (PA) =		0,96	≥= 0,75					
ESCURR. (T500) = VS =					S.	Relac. VS/VF =			> 2		Pr + Ps = 1693			
ASENTAMIENTO (SF) =					640	520 - 700					Diseño			
VISCOSIDAD (VF) =						<= 10 S.					Ps/Pr (peso) = 1,564			
Observaciones:					fluye, exuda no se conf. Cilindros	Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	1033	Vol. Ripio (%) =	24,20	
					Peso =			gr.	Peso de Ripio (kg) =	660	Frac. Pasta (%) =	36,14		
					Densidad =	0	0	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	380	Frac. Mort. (%) =	75,84		
					D. Conc. Fres. =	0		kg/m3.	Volumen Ripio (lts) =	242	Agua =	22,00		
TAMIZ					A1	A2	A3	Y1	CURVA DE					
					% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA Puzolana	AJUSTE Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805	Arena =	0,630	0,61
3/4"					100,00	95,30		100,00	98,17	SUM. A1*A2 =	11533	Ripio =	0,403	0,39
3/8"					100,00	18,64		78,00	68,27	SUM. A1*A3 =	0			
# 4					98,93	1,29		58,00	60,85	SUM. A1*Y1 =	34136	suma =	1,033	
# 8					90,84	0,13		52,00	55,47	SUM. A2*A2 =	9431			
# 16					75,32			45,00	45,95	SUM. A2*A3 =	0			
# 30					51,16			35,00	31,21	SUM. A2*Y1 =	11066			
# 50					20,98			28,00	12,80	SUM. A3*A3 =	0			
# 100					5,92			18,00	3,61	SUM. A3*Y1 =	0			

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)														
MEZCLA: HACHS250-004; RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2														
(AA-04) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)														
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); PUZOLANA (LLCAO)														
FECHA ELABORACIÓN = 19/07/2011														
18														
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.						
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.			
CEMENTO HOLCIM	3,10				415	415	133,87	7,470	7,470		7,470			
AGUA	1,00				259	220	220,00	4,762	3,960		3,197			
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	806	831	321,00	14,503	14,958	8,41	15,722			
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	630	643	244,00	11,331	11,574	1,98	11,556			
VISCOCRETE 2100 R (2%)	1,10				8,30	8,30	7,55	0,149	0,149		0,149			
PUZOLANA	2,71	2,54	2,44	4,12	134	140	55,00	2,416	2,515	4,81	2,532			
AIRE											19,00			
TOTAL					2252	2257	1000							
Relación W/C =					0,530	Cap. paso (PA) =			≥= 0,75					
ESCURR. (T500) = VS =					S.	Relac. VS/VF =			<= 2		Pr + Ps + Pp = 1688			
ASENTAMIENTO (SF) =						520 - 700					Diseño			
VISCOSIDAD (VF) =						<= 10 s.					Peso de Arena (kg) = 873			
Observaciones:					la puzolana incrementa considerablemente el requerimiento de agua, no fluye mejor mezcla la AA-03 (sin puzolana)	Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Ripio (kg) =	666	Vol. Ripio (%) =	24,40	
					Peso =			gr.	Peso de puzolana =	149	Frac. Pasta (%) =	36,14		
					Densidad =			kg/m3	Volumen de Arena (lts) =	321	Frac. Mort. (%) =	73,74		
					D. Conc. Fres. =			kg/m3.	Volumen de Ripio (lts) =	244	Agua =	22,00		
TAMIZ					A1	A2	A3	Y1	CURVA DE					
					% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA Puzolana	AJUSTE Y1	AJUSTE	SUM A1*A1 =	46805	Arena =	0,534	0,517
3/4"					100,00	95,30	100,00	100,00	98,15	SUM A1*A2 =	11533	Ripio =	0,408	0,395
3/8"					100,00	18,64	100,00	78,00	67,90	SUM A1*A3 =	51031	Puzolana =	0,091	0,088
# 4					98,93	1,29	98,27	58,00	60,35	SUM A1*Y1 =	34385	Suma =	1,034	
# 8					90,84	0,13	95,04	52,00	55,42	SUM A2*A2 =	9431			
# 16					75,32		89,76	50,00	46,88	SUM A2*A3 =	11533			
# 30					51,16		81,63	40,00	33,67	SUM A2*Y1 =	11066			
# 50					20,98		68,24	12,00	16,88	SUM A3*A3 =	60751			
# 100					5,92		51,81	10,00	7,64	SUM A3*Y1 =	37532			



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)														
MEZCLA: HACHS250-000 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2														
(AA-05) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)														
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA)														
FECHA ELABORACIÓN = 20/07/2011														
18														
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.					
DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO VOL.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG			
CEMENTO HOLCIM	3,10				410	410	132,26	7,380	7,380		7,380			
AGUA	1,00				259	215	215,00	4,587	3,870		3,240			
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1037	1069	413,00	18,659	19,245	6,60	19,891			
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	547	559	212,00	9,845	10,056	1,98	10,040			
VISCOCRETE 2100 R (2,5%)	1,10				10,25	10,25		9,32	0,185	0,185	0,185			
SUSTITUCIÓN														
AIRE								18,00						
TOTAL					2263	2263	1000							
Relación W/C = 0,524					Cap. paso (PA) = 0,76		>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS = 3					Relac. V/SVF = 0,47		<= 2		Pr + Ps = 1700					
ASENTAMIENTO (SF) = 540					520 - 700				Diseño					
VISCOSIDAD (VF) = 5,35					<= 10 S.				Ps/Pr (peso) = 1,941					
Observaciones: se demora en fraguar mermar aditivo					Vol. Prob. = 1571		1571		cc.		Peso de Arena (kg) = 1122		Vol. Ripio (%) = 21,20	
					Peso = 3189		3184		gr.		Peso de Ripio (kg) = 578		Frac. Pasta (%) = 35,66	
					Densidad = 2030		2027		kg/m3		Volumen Arena (lts) = 413		Frac. Mort. (%) = 78,76	
					D. Conc. Fres = 2028		kg/m3.				Volumen Ripio (lts) = 212		Agua = 21,50	
TAMIZ					A1		A2		A3		Y1			
					% PASA		% PASA		% PASA		AJUSTE		CURVA DE	
					Arena		Ripio				Y1		AJUSTE	
3/4"					100,00		95,30				100,00		98,40	SUM. A1*A1 = 46805
3/8"					100,00		18,64				78,00		72,34	SUM. A1*A2 = 11533
# 4					98,93		1,29				65,00		65,73	SUM. A1*A3 = 0
# 8					90,84		0,13				55,00		60,00	SUM. A1*Y1 = 35636
# 16					75,32						48,00		49,71	SUM. A2*A2 = 9431
# 30					51,16						40,00		33,76	SUM. A2*A3 = 0
# 50					20,98						30,00		13,85	SUM. A2*Y1 = 11075
# 100					5,92						20,00		3,91	SUM. A3*A3 = 0
													SUM. A3*Y1 = 0	suma = 1,024

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)														
MEZCLA: HACHS250-000 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2														
(AA-06) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)														
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA)														
FECHA ELABORACIÓN = 26/07/2011														
18														
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.					
DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO VOL.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG			
CEMENTO HOLCIM	3,10				415	415	133,87	7,470	7,470		7,470			
AGUA	1,00				263	220	220,00	4,658	3,960		2,663			
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1009	1041	402,00	18,162	18,733	10,62	20,091			
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	531	543	206,00	9,567	9,771	1,50	9,710			
VISCOCRETE 2100 R (2,0 %)	1,10				8,30	8,30	7,55	0,149	0,149		0,149			
SIKA AER RMC (0,3%)	1,00				1,25	1,25		0,022	0,022		0,022			
AIRE								29,00						
TOTAL					2228	2228	1000							
Relación W/C = 0,530					Cap. paso (PA) = 0,81		>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS = 2,20					Relac. V/SVF = 0,53		<= 2		Pr + Ps = 1654					
ASENTAMIENTO (SF) = 675					520 - 700				Diseño					
VISCOSIDAD (VF) = 4,17					<= 10 S.				Ps/Pr (peso) = 1,941					
Observaciones: buena mezcla exuda poco					Vol. Prob. = 1571		1571		cc.		Peso de Arena (kg) = 1091		Vol. Ripio (%) = 20,60	
					Peso = 3424		3398		gr.		Peso de Ripio (kg) = 562		Frac. Pasta (%) = 36,27	
					Densidad = 2180		2163		kg/m3		Volumen Arena (lts) = 401		Frac. Mort. (%) = 76,47	
					D. Conc. Fres = 2171		kg/m3.				Volumen Ripio (lts) = 206		Finos (kg/m3) = 454	
TAMIZ					A1		A2		A3		Y1			
					% PASA		% PASA		% PASA		AJUSTE		CURVA DE	
					Arena		Ripio				Y1		AJUSTE	
3/4"					100,00		95,30				100,00		98,40	SUM. A1*A1 = 46805
3/8"					100,00		18,64				78,00		72,34	SUM. A1*A2 = 11533
# 4					98,93		1,29				65,00		65,73	SUM. A1*A3 = 0
# 8					90,84		0,13				55,00		60,00	SUM. A1*Y1 = 35636
# 16					75,32						48,00		49,71	SUM. A2*A2 = 9431
# 30					51,16						40,00		33,76	SUM. A2*A3 = 0
# 50					20,98						30,00		13,85	SUM. A2*Y1 = 11075
# 100					5,92						20,00		3,91	SUM. A3*A3 = 0
													SUM. A3*Y1 = 0	suma = 1,024



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)																	
MEZCLA: HACHS250-007		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2															
(AA-07)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)															
		ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); PUZOLANA (LLACAO)															
		FECHA ELABORACIÓN = 08/08/2011															
18																	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES				MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.									
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.						
CEMENTO HOLCIM	3.10				400	400	129.03	7.200	7.200		7.200						
AGUA	1.00				250	207	207.00	4.493	3.726		3.655						
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	1004	1036	400.00	18.072	18.639	4.20	18.831						
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	519	530	201.00	9.334	9.534	0.75	9.404						
VISCOCRETE 2100 R (2%)	1.10				8.00	8.00		7.27	0.144		0.144						
SIKA AER (0.3%)	1.00				1.20	1.20		0.022	0.022		0.022						
PUZOLANA (15%)	2.71	2.54	2.44	4.12	60.00	62.47		24.59	1.080	1.124	5.00						
AIRE											30.00						
TOTAL					2241	2244		1000			1000						
					2180												
Relación W/C =		0.518		Cap. paso (PA)=	0.86	>= 0.75											
ESCURR. (T500) = VS =		2.23	S.	Relac. VS/VF =	0.72	<= 2		Pr + Ps = 1522									
ASENTAMIENTO (SF) =		625	520 - 700									Diseño					
VISCOSIDAD (VF) =		3.10	<=10 S.									Diseño					
								Ps/Pr (peso)=		1.941		Vol. Ripio (%) =		20.10			
Observaciones:		buena mezcla		Vol. Prob. =		1571		cc.		Peso de Arena (kg) =		1005		Fracc. Pasta (%) =		36.79	
		no exuda		Peso =		2976		gr.		Peso de Ripio (kg) =		518		Fracc. Mort. (%) =		77.45	
				Densidad =		1884		kg/m3		Volumen Arena (lts) =		400		Agua		20.70	
				D. Conc. Fines =		1905		kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =		201		Fines (kg/m3) =		500	
				A1		A2		A3		Y1		Y2		Y3		Y4	
TAMIZ		% PASA		% PASA		AJUSTE		CURVA DE		SUM. A1*A1 =		46805		SUM. A1*A2 =		11533	
3/4"		100.00		95.30		100.00		98.40		SUM. A1*A3 =		0		SUM. A2*A3 =		0	
3/8"		100.00		18.64		78.00		72.34		SUM. A1*A3 =		0		Ripio =		0.348	
# 4		98.93		1.29		65.00		65.73		SUM. A1*Y1 =		35636		suma =		1.024	
# 8		90.84		0.13		55.00		60.00		SUM. A2*A2 =		9431					
# 16		75.32				48.00		49.71		SUM. A2*A3 =		0					
# 30		51.16				40.00		33.76		SUM. A2*Y1 =		11075					
# 50		20.98				30.00		13.85		SUM. A3*A3 =		0					
# 100		5.92				20.00		3.91		SUM. A3*Y1 =		0					

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)																	
MEZCLA: HACHS250-008		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2															
(AA-08)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)															
		ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA															
		FECHA ELABORACIÓN = 01/09/2011															
18																	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES				MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.									
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.						
CEMENTO HOLCIM	3.10				380	380	122.58	6.840	6.840		6.840						
AGUA	1.00				254	210	210.00	4.568	3.780		3.820						
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	1032	1064	411.00	18.569	19.152	3.37	19.195						
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	531	543	206.00	9.567	9.771	1.30	9.691						
VISCOCRETE 2100 R (2.3%)	1.10				8.74	8.74	7.95	0.157	0.157		0.157						
SIKA FUME (6%)	3.10				22.80	22.80	7.35	0.410	0.410		0.410						
PUZOLANA (10%)	2.71	2.54	2.44	4.12	38.00	39.57	15.57	0.684	0.712	3.83	0.710						
AIRE											20.00						
TOTAL					2266	2268		1000			1000						
					2265												
Relación W/MC =		0.553	0.521	Cap. paso (PA)=	0.78	>= 0.75											
ESCURR. (T500) = VS =		2.32	S.	Relac. VS/VF =	0.53	<= 2		Pr + Ps = 1562									
ASENTAMIENTO (SF) =		552	520 - 700									Diseño					
VISCOSIDAD (VF) =		4.41	<=10 S.									Diseño					
								Ps/Pr (peso)=		1.941		Vol. Ripio (%) =		20.60			
Observaciones:		buena mezcla		Vol. Prob. =		1571		cc.		Peso de Arena (kg) =		1031		Fracc. Pasta (%) =		35.61	
		no exuda		Peso =		3476		gr.		Peso de Ripio (kg) =		531		Fracc. Mort. (%) =		77.89	
				Densidad =		2213		kg/m3		Volumen Arena (lts) =		411		Agua		21.00	
				D. Conc. Fines =		2212		kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =		206		Fines (kg/m3) =		481	
				A1		A2		A3		Y1		Y2		Y3		Y4	
TAMIZ		% PASA		% PASA		AJUSTE		CURVA DE		SUM. A1*A1 =		46805		SUM. A1*A2 =		11533	
3/4"		100.00		95.30		100.00		98.40		SUM. A1*A3 =		0		SUM. A2*A3 =		0	
3/8"		100.00		18.64		78.00		72.34		SUM. A1*A3 =		0		Ripio =		0.348	
# 4		98.93		1.29		65.00		65.73		SUM. A1*Y1 =		35636		suma =		1.024	
# 8		90.84		0.13		55.00		60.00		SUM. A2*A2 =		9431					
# 16		75.32				48.00		49.71		SUM. A2*A3 =		0					
# 30		51.16				40.00		33.76		SUM. A2*Y1 =		11075					
# 50		20.98				30.00		13.85		SUM. A3*A3 =		0					
# 100		5.92				20.00		3.91		SUM. A3*Y1 =		0					



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHS250-009 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2												
(AA-09) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA												
FECHA ELABORACIÓN = 06/10/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO HOLCIM	3,10				430	430	138,71	7,740	7,740		7,740	
AGUA	1,00				318	280	280,00	5,715	5,040		5,093	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	884	911	352,00	15,903	16,403	3,66	16,485	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	457	466	177,00	8,220	8,396	0,50	8,261	
VISCOCRETE 2100 R (1,6%)	1,10				6,88	6,88		0,124	0,124		0,124	
SIKA FUME (6%)	3,10				25,80	25,80		0,464	0,464		0,464	
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	43,00	44,77		0,774	0,806	4,00	8,005	
AIRE											20,00	
TOTAL					2163	2165		1000			1000	
Relación W/MC =	0,651	0,614	Cap. paso (PA) =		>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	S.		Relac. VS/VF =		<= 2			Pr + Ps =	1340			
ASENTAMIENTO (SF) =		520 - 700						Ps/Pr (peso) =	1,941	Vol. Ripio (%) =	Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =		<=10 S.						Peso de Arena (kg) =	884	Fracc. Pasta (%) =	44,26	
Observaciones:	no fluye		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.		Peso de Ripio (kg) =	455	Fracc. Mort. (%) =	80,53	
	requiere mucha agua		Densidad =			kg/m3		Volumen Arena (lts) =	352	Agua	28,00	
	no se confeccionaron cilindros		D. Conc. Fres. =			kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	177	Finos (kg/m3) =	533	
			A1	A2	A3	Y1						
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arene	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arene =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHS350-00 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2												
(BB-01) MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA)												
FECHA ELABORACIÓN = 20/07/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO HOLCIM	3,10				510	510	164,52	9,180	9,180		9,180	
AGUA	1,00				252	210	210,00	4,539	3,780		3,176	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	994	1025	396,00	17,891	18,453	6,60	19,072	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	511	522	198,00	9,195	9,392	1,98	9,377	
VISCOCRETE 2100 R (2,5%)	1,10				12,75	12,75		0,230	0,230		0,230	
SUSTITUCIÓN												
AIRE											20,00	
TOTAL					2280	2280		1000			1000	
Relación W/MC =	0,412		Cap. paso (PA) =	0,80	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,85	S.	Relac. VS/VF =	0,40	<= 2			Pr + Ps =	1500			
ASENTAMIENTO (SF) =		630	520 - 700					Ps/Pr (peso) =	1,941	Vol. Ripio (%) =	Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =		7,20	<=10 S.					Peso de Arena (kg) =	990	Fracc. Pasta (%) =	38,61	
Observaciones:	se demora en fraguar		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.		Peso de Ripio (kg) =	510	Fracc. Mort. (%) =	80,21	
	disminuir aditivo		Densidad =	2132	2173	kg/m3		Volumen Arena (lts) =	394	Agua	21,00	
			D. Conc. Fres. =	2152		kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	198			
			A1	A2	A3	Y1						
TAMIZ	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE							
	Arene	Ripio		Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805					
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arene =	0,676	0,66		
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34		
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024			
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0					
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0					
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0					



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHS350-002		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2										
(BB-02)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA)										
FECHA ELABORACIÓN = 26/07/2011											18	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO HOLCIM	3,10				500	500	161,29	9,000	9,000		9,000	
AGUA	1,00				252	210	210,00	4,533	3,780		2,510	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	986	1017	393,00	17,756	18,313	10,62	19,641	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	508	519	197,00	9,149	9,344	1,50	9,286	
VISCOCRETE 2100 R (1,8%)	1,10				9,00	9,00		8,18	0,162		0,162	
SIKA AER (0,3%)	1,00				1,50	1,50		0,027	0,027		0,027	
AIRE											29,00	
TOTAL					2257	2257	1000					
Relación W/C = 0,420					Cap. paso (PA) = 0,86	>= 0,75						
ESCURR. (T500) = VS = 2,30					Relac. VS/VF = 0,80	<= 2		Pr + Ps = 1494				
ASENTAMIENTO (SF) = 695					520 - 700			Diseño				
VISCOSIDAD (VF) = 2,87					<= 10 S.			Ps/Pr (peso) = 1,941				
Observaciones: buena mezcla					Vol. Prob. = 1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) = 986	Frac. Pasta (%) = 37,95			
exuda poco					Peso = 3279	3227	gr.	Peso de Ripio (kg) = 508	Frac. Mort. (%) = 80,30			
					Densidad = 2067	2054	kg/m3	Volumen Arena (lts) = 393	Agua = 21,00			
					D. Conc. Fres. = 2071		kg/m3.	Volumen Ripio (lts) = 197				
								Finos (kg/m3) = 539				
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A1 = 46805						
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A2 = 11533	Arena = 0,676	0,66				
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*A3 = 0	Ripio = 0,348	0,34				
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A1*A4 = 35636	suma = 1,024					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A2 = 9431						
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*A3 = 0						
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A2*A4 = 11075						
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*A3 = 0						

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHS350-003		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2										
(BB-03)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); PUZOLANA (LLACAO)										
FECHA ELABORACIÓN = 08/08/2011											18	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO HOLCIM	3,10				450	450	145,16	8,100	8,100		8,100	
AGUA	1,00				248	207	207,00	4,468	3,726		3,655	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	971	1002	387,00	17,485	18,034	4,20	18,219	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	501	511	194,00	9,009	9,202	0,75	9,077	
VISCOCRETE 2100 R (1,8%)	1,10				8,10	8,10	7,36	0,146	0,146		0,146	
SIKA AER (0,3%)	1,00				1,35	1,35		0,024	0,024		0,024	
PUZOLANA (15%)	2,71	2,54	2,44	4,12	67,50	70,28	27,66	1,215	1,265	5,00	1,276	
AIRE											30,00	
TOTAL					2247	2250	1000					
Relación W/C = 0,460					Cap. paso (PA) = 0,82	>= 0,75						
ESCURR. (T500) = VS = 3,76					Relac. VS/VF = 0,86	<= 2		Pr + Ps = 1474				
ASENTAMIENTO (SF) = 583					520 - 700			Diseño				
VISCOSIDAD (VF) = 4,35					<= 10 S.			Ps/Pr (peso) = 1,941				
Observaciones: buena mezcla					Vol. Prob. = 1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) = 973	Frac. Pasta (%) = 38,72			
no exuda					Peso = 2990	3053	gr.	Peso de Ripio (kg) = 501	Frac. Mort. (%) = 77,79			
					Densidad = 1903	1943	kg/m3	Volumen Arena (lts) = 387	Agua = 20,70			
					D. Conc. Fres. = 1923		kg/m3.	Volumen Ripio (lts) = 194	Finos (kg/m3) = 557			
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40	SUM. A1*A1 = 46805						
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34	SUM. A1*A2 = 11533	Arena = 0,676	0,66				
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73	SUM. A1*A3 = 0	Ripio = 0,348	0,34				
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00	SUM. A1*A4 = 35636	suma = 1,024					
# 16	75,32			48,00	49,71	SUM. A2*A2 = 9431						
# 30	51,16			40,00	33,76	SUM. A2*A3 = 0						
# 50	20,98			30,00	13,85	SUM. A2*A4 = 11075						
# 100	5,92			20,00	3,91	SUM. A3*A3 = 0						



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)													
MEZCLA: HACHS350-004		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM ²											
(BB-04)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
		ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA											
		FECHA ELABORACIÓN = 16/08/2011											
18													
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.		
CEMENTO HOLCIM	3,10				415	415	133,87	7,470	7,470		7,470		
AGUA	1,00				242	198	198,00	4,350	3,564		3,378		
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1029	1061	410,00	18,524	19,105	4,92	19,435		
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	531	543	206,00	9,567	9,771	0,63	9,627		
VISCOCRETE 2100 R (2%)	1,10				8,30	8,30	7,55	0,149	0,149		0,149		
SIKA FUME (6%)	3,10				24,90	24,90	8,03	0,448	0,448		0,448		
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	41,50	43,21	17,01	0,747	0,778	4,17	0,778		
AIRE							20,00						
TOTAL					2292	2294	1000						
Relación W/C =					0,477	0,450	Cap. paso (PA) =	0,75	≥= 0,75				
ESCURR. (T500) = VS =					3,79	S.	Relac. VS/VF =	0,40	≤= 2				
ASENTAMIENTO (SF) =					620	520 - 700	Pr + Ps = 1561						
VISCOSIDAD (VF) =					9,50	≤=10 S.	Ps/Pr (peso) = 1,941						
												Vol. Ripio (%) =	20,60
Observaciones:					buena mezcla no exudita	Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	1030	Fracc. Pasta (%) =	35,64
						Peso =	3541	3551	gr.	Peso de Ripio (kg) =	531	Fracc. Mort. (%) =	77,74
						Densidad =	2254	2260	kg/m ³	Volumen Arena (lts) =	410	Agua	19,80
						D. Conc. Fres. =	2257		kg/m ³ .	Volumen Ripio (lts) =	206	Finos (kg/m ³) =	522
CURVA DE AJUSTE													
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE Y1	SUM. A1*A1 =	46805						
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arene =	0,676	0,66				
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34				
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024					
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431							
# 16	75,32		48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0							
# 30	51,16		40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075							
# 50	20,98		30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0							
# 100	5,92		20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0							

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)													
MEZCLA: HACHS350-005		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM ²											
(BB-05)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)											
		ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA											
		FECHA ELABORACIÓN = 06/10/2011											
18													
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.		
CEMENTO HOLCIM	3,10				430	430	138,71	7,740	7,740		7,740		
AGUA	1,00				327	290	290,00	5,883	5,220		5,271		
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	868	896	346,00	15,632	16,123	3,86	16,204		
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	446	456	173,00	8,034	8,206	0,50	8,074		
VISCOCRETE 2100 R (1,5%)	1,10				6,45	6,45	5,86	0,116	0,116		0,116		
SIKA FUME (6%)	3,10				25,80	25,80	8,32	0,464	0,464		0,464		
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	43,00	44,77	17,62	0,774	0,806	4,00	0,805		
AIRE							20,00						
TOTAL					2147	2149	1000						
Relación W/C =					0,674	0,636	Cap. paso (PA) =		≥= 0,75				
ESCURR. (T500) = VS =						S.	Relac. VS/VF =	#DN/0'	≤= 2				
ASENTAMIENTO (SF) =						520 - 700	Pr + Ps = 1316						
VISCOSIDAD (VF) =						≤=10 S.	Ps/Pr (peso) = 1,941						
												Vol. Ripio (%) =	17,30
Observaciones:					no fluye no se confeccionan cilindros	Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	868	Fracc. Pasta (%) =	45,22
						Peso =	0	0	gr.	Peso de Ripio (kg) =	447	Fracc. Mort. (%) =	80,89
						Densidad =	0	0	kg/m ³	Volumen Arena (lts) =	346	Agua	29,00
						D. Conc. Fres. =	0		kg/m ³ .	Volumen Ripio (lts) =	173	Finos (kg/m ³) =	533
CURVA DE AJUSTE													
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE Y1	SUM. A1*A1 =	46805						
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Arene =	0,676	0,66				
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34				
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024					
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431							
# 16	75,32		48,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0							
# 30	51,16		40,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075							
# 50	20,98		30,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0							
# 100	5,92		20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0							



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGS350-001 (HH-01)	RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2 MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA)											
FECHA ELABORACIÓN = 28/07/2011											18	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES/M3.			MATERIALES/18 LTS.				
DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %		PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPAN	3,10				500	500	161,29	9,000	9,000		9,000	
AGUA	1,00				257	220	220,00	4,697	3,960		2,897	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	959	989	382,00	17,259	17,801	9,48	18,895	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	506	517	196,00	9,102	9,297	1,80	9,266	
VISCOCRETE 2100R (1,8%)	1,10				9,00	9,00		8,18	0,162		0,162	
SIKA AER (0,3%)	1,00				1,50	1,50		1,50	0,027		0,027	
AIRE								31,00				
TOTAL					2232	2236	1000					
Relación W/C = 0.440					Cap. paso (P%) = 0.97	≥= 0.75						
ESCURR. (T500) = VS = 4.32					Relac. VS/VF = 1.48	<= 2		Pr + Ps = 1574				
ASENTAMIENTO (SF) = 650					520 - 700							
VISCOSIDAD (VF) = 2.91					<=10 S.							
Observaciones: presenta exudación no se confeccionan cilindros					Vol. Prob. = 1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) = 1039	Fracc. Pasta (%) = 38.95	Diseño		
					Densidad = 1887	1986	kg/m3	Peso de Ripio (kg) = 535	Fracc. Mort. (%) = 80.40			
					D. Conc. Fres. = 1937	kg/m3.		Volumen Arena (lts) = 382	Agua	22,00		
								Volumen Ripio (lts) = 196				
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE Y1	SUM. A1*A1 =	AJUSTE Y1	SUM. A1*A2 =	Arena =	0,676	0,66	
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	100,00	46805	98,40	11533	Ripio =	0,348	0,34	
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	78,00	0	72,34	0	suma =	1,024		
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	65,00	35636	65,73	35636				
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	55,00	9431	60,00	9431				
# 16	75,32		48,00	49,71	48,00	0	49,71	0				
# 30	51,16		40,00	33,76	40,00	11075	33,76	11075				
# 50	20,98		30,00	13,85	30,00	0	13,85	0				
# 100	5,92		20,00	3,91	20,00	0	3,91	0				

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGS350-002 (HH-02)	RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2 MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); PUZOLANA											
FECHA ELABORACIÓN = 09/08/2011											18	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES/M3.			MATERIALES/18 LTS.				
DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %		PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPAN	3,10				435	435	140,32	7,830	7,830		7,830	
AGUA	1,00				249	207	207,00	4,475	3,726		3,655	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	981	1012	391,00	17,665	18,220	4,20	18,407	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,59	2,14	506	517	196,00	9,102	9,297	0,75	9,171	
VISCOCRETE 2100R (1,8%)	1,10				7,83	7,83		7,12	0,141		0,141	
SIKA AER (0,3%)	1,00				1,31	1,31		1,31	0,023		0,023	
PUZOLANA (15%)	2,71	2,54	2,44	4,12	65,25	67,94	26,74	31,00	1,175	1,223	5,00	
AIRE								2245	2248		1000	
TOTAL					2180	2248	1000					
Relación W/C = 0.476					Cap. paso (P%) = 0.89	≥= 0.75						
ESCURR. (T500) = VS = 3.56					Relac. VS/VF = 0.67	<= 2		Pr + Ps = 1489				
ASENTAMIENTO (SF) = 640					520 - 700							
VISCOSIDAD (VF) = 5.35					<=10 S.							
Observaciones: presenta poca exudación					Vol. Prob. = 1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) = 982	Vol. Ripio (%) = 19,60	Diseño		
					Peso = 3081	3092	gr.	Peso de Ripio (kg) = 506	Fracc. Pasta (%) = 38,12			
					Densidad = 1961	1968	kg/m3	Volumen Arena (lts) = 391	Fracc. Mort. (%) = 77,77			
					D. Conc. Fres. = 1965	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) = 196	Agua	20,70		
								Volumen Ripio (lts) = 196	Finos (kg/m3) =	540		
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE Y1	SUM. A1*A1 =	AJUSTE Y1	SUM. A1*A2 =	Arena =	0,676	0,66	
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	100,00	46805	98,40	11533	Ripio =	0,348	0,34	
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	78,00	0	72,34	0	suma =	1,024		
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	65,00	35636	65,73	35636				
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	55,00	9431	60,00	9431				
# 16	75,32		48,00	49,71	48,00	0	49,71	0				
# 30	51,16		40,00	33,76	40,00	11075	33,76	11075				
# 50	20,98		30,00	13,85	30,00	0	13,85	0				
# 100	5,92		20,00	3,91	20,00	0	3,91	0				



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)											
MEZCLA: HACGS350-003		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2									
(HH-03)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)									
		ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA									
		FECHA ELABORACIÓN = 10/08/2011									
CONSTANTES DE LOS MATERIALES				MATERIALES/M3.				MATERIALES/18 LTS.			
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.
CEMENTO GUAPAN	3.10				430	430	138.71	7.740	7.740		7.740
AGUA	1.00				257	215	215.00	4.618	3.870		3.401
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	979	1010	390.00	17.620	18.173	6.49	18.764
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	506	517	196.00	9.102	9.297	0.70	9.166
VISCOCRETE 2100 R (1.8%)	1.10							7.74	7.74	7.04	0.139
SIKA FUME (5%)	3.10				21.50	21.50	6.94	0.387	0.387		0.387
PUZOLANA (15%)	2.71	2.54	2.44	4.12	64.50	67.16	26.43	1.161	1.209	5.00	1.219
AIRE								20.00			
TOTAL					2265	2268	1000				
				2180				1000			
Relación W/C =	0.500		Cap. peso (PA) =	0.87	>= 0.75						
ESCURR. (T500) = VS =	3.60	S.	Relac. VS/AF =	0.54	<= 2		Pr + Ps = 1486				
ASENTAMIENTO (SF) =	665	520 - 700									
VISCOSIDAD (VF) =	6.63	<=10 S.									
Observaciones:		buena mezcla		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Ps/Pr (peso) =	1.941	Vol. Ripio (%) =	19.60
				Peso =	3501	3536	gr.	Peso de Arena (kg) =	981	Frac. Pasta (%) =	38.72
				Densidad =	2229	2251	kg/m3	Peso de Ripio (kg) =	505	Frac. Mort. (%) =	77.77
				D. Conc. Fines =	2240		kg/m3.	Volumen Arena (lts) =	391	Agua	21.50
								Volumen Ripio (lts) =	196	Finos (kg/m3) =	554
TAMIZ	A1	A2	A3	Y1	CURVA DE						
	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	Y1	AJUSTE	SUM. A1*1 =	46805			
3/4"	100.00	95.30	100.00	98.40	100.00	98.40	SUM. A1*2 =	11533	Arene =	0.676	0.66
3/8"	100.00	18.64	78.00	72.34	100.00	72.34	SUM. A1*3 =	0	Ripio =	0.348	0.34
# 4	98.93	1.29	65.00	65.73	65.00	65.73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1.024	
# 8	90.84	0.13	55.00	60.00	55.00	60.00	SUM. A2*2 =	9431			
# 16	75.32		48.00	49.71	48.00	49.71	SUM. A2*3 =	0			
# 30	51.16		40.00	33.76	40.00	33.76	SUM. A2*Y1 =	11075			
# 50	20.98		30.00	13.85	30.00	13.85	SUM. A3*3 =	0			
# 100	5.92		20.00	3.91	20.00	3.91	SUM. A3*Y1 =	0			

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)											
MEZCLA: HACGS350-004		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2									
(HH-04)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)									
		ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA									
		FECHA ELABORACIÓN = 10/09/2011									
CONSTANTES DE LOS MATERIALES				MATERIALES/M3.				MATERIALES/18 LTS.			
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.
CEMENTO GUAPAN	3.10				510	510	164.52	9.180	9.180		9.180
AGUA	1.00				255	215	215.00	4.587	3.870		4.006
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	939	968	374.00	16.897	17.428	3.16	17.431
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	485	495	188.00	8.731	8.918	0.50	8.774
VISCOCRETE 2100 R (2.0%)	1.10				10.20	10.20	9.27	0.184	0.184		0.184
SIKA FUME (5%)	3.10				25.50	25.50	8.23	0.459	0.459		0.459
PUZOLANA (10%)	2.71	2.54	2.44	4.12	51.00	53.10	20.80	0.918	0.956	4.50	0.959
AIRE								20.00			
TOTAL					2275	2277	1000				
				2275				1000			
Relación W/C =	0.422	0.401	Cap. peso (PA) =	0.80	>= 0.75						
ESCURR. (T500) = VS =	2.35	S.	Relac. VS/AF =	0.34	<= 2		Pr + Ps = 1423				
ASENTAMIENTO (SF) =	680	520 - 700									
VISCOSIDAD (VF) =	6.91	<=10 S.									
Observaciones:				Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Ps/Pr (peso) =	1.941	Vol. Ripio (%) =	18.80
				Peso =	3666	3641	gr.	Peso de Arena (kg) =	939	Frac. Pasta (%) =	40.97
				Densidad =	2334	2318	kg/m3	Peso de Ripio (kg) =	484	Frac. Mort. (%) =	79.10
				D. Conc. Fines =	2326		kg/m3.	Volumen Arena (lts) =	374	Agua	21.50
								Volumen Ripio (lts) =	188	Finos (kg/m3) =	623
TAMIZ	A1	A2	A3	Y1	CURVA DE						
	% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	Y1	AJUSTE	SUM. A1*1 =	46805			
3/4"	100.00	95.30	100.00	98.40	100.00	98.40	SUM. A1*2 =	11533	Arene =	0.676	0.66
3/8"	100.00	18.64	78.00	72.34	100.00	72.34	SUM. A1*3 =	0	Ripio =	0.348	0.34
# 4	98.93	1.29	65.00	65.73	65.00	65.73	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1.024	
# 8	90.84	0.13	55.00	60.00	55.00	60.00	SUM. A2*2 =	9431			
# 16	75.32		48.00	49.71	48.00	49.71	SUM. A2*3 =	0			
# 30	51.16		40.00	33.76	40.00	33.76	SUM. A2*Y1 =	11075			
# 50	20.98		30.00	13.85	30.00	13.85	SUM. A3*3 =	0			
# 100	5.92		20.00	3.91	20.00	3.91	SUM. A3*Y1 =	0			



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)														
MEZCLA: HACGS350-005 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2														
(HH-05) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)														
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKA FUME; PUZOLANA														
FECHA ELABORACIÓN = 06/10/2011														
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.						
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.			
CEMENTO GUAPÁN	3,10				530	530	170,97	9,540	9,540		9,540			
AGUA	1,00				268	230	230,00	4,832	4,140		4,194			
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	906	935	361,00	16,310	16,822	3,66	16,907			
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	467	477	181,00	8,406	8,586	0,50	8,448			
VISCOCRETE 2100R (11.5%)	1,10				7,95	7,95	7,23	0,143	0,143		0,143			
SIKA FUME (5%)	3,10				26,50	26,50	8,55	0,477	0,477		0,477			
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	53,00	55,18	21,72	0,954	0,993	4,00	0,992			
AIRE								20,00						
TOTAL					2259	2261	1000							
Relación W/C = 0,434					Cap. paso (PA) = S			Relac. V/S/VF = >= 0,75						
ESCURR. (T500) = VS = S					Relac. V/S/VF = #DIV/0!			Pr + Ps = 1374						
ASENTAMIENTO (SF) = 520 - 700					Relac. V/S/VF = <= 2			Pr + Ps = 1374						
VISCOSIDAD (VF) = <=10 S.					Relac. V/S/VF = <= 2			Pr + Ps = 1374						
Observaciones: se segrega el ripto no se confeccionan cilindros					Vol. Prob. = 1571			Diseño						
					Peso =			Peso de Arena (kg) = 907						
					Densidad =			Peso de Ripto (kg) = 467						
					D. Conc. Fines =			Volumen Arena (lts) = 361						
								Volumen Ripto (lts) = 181						
								Fines (kg/m3) = 645						
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE Y1	SUM. A1*1 =	SUM. A1*2 =	SUM. A1*3 =	SUM. A1*Y1 =	SUM. A2*2 =	SUM. A2*3 =	SUM. A2*Y1 =	SUM. A3*3 =	SUM. A3*Y1 =
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	11533	46805	11533	0	46805	0	0	46805	0	0
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	35636	11533	0	35636	0	0	35636	0	0	
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	35636	35636	0	35636	0	0	35636	0	0	
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	9431	9431	0	9431	0	0	9431	0	0	
# 16	75,32		48,00	49,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
# 30	51,16		40,00	33,76	11075	11075	0	11075	0	0	11075	0	0	
# 50	20,98		30,00	13,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
# 100	5,92		20,00	3,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)														
MEZCLA: HACGS250-001 RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2														
(II-01) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)														
ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); PUZOLANA														
FECHA ELABORACIÓN =														
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.						
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.			
CEMENTO GUAPÁN	3,10				400	400	129,03	7,200	7,200		7,200			
AGUA	1,00				250	207	207,00	4,493	3,726		3,655			
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1004	1036	400,00	18,072	18,639	4,20	18,831			
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	519	530	201,00	9,334	9,534	0,75	9,404			
VISCOCRETE 2100R (2%)	1,10				8,00	8,00	7,27	0,144	0,144		0,144			
SIKA AER (0.3%)	1,00				1,20	1,20	1,20	0,022	0,022		0,022			
PUZOLANA (15%)	2,71	2,54	2,44	4,12	60,00	62,47	24,59	1,080	1,124	5,00	1,134			
AIRE								30,00						
TOTAL					2241	2244	1000							
Relación W/C = 0,518					Cap. paso (PA) = S			Relac. V/S/VF = >= 0,75						
ESCURR. (T500) = VS = S					Relac. V/S/VF = #DIV/0!			Pr + Ps = 1522						
ASENTAMIENTO (SF) = 520 - 700					Relac. V/S/VF = <= 2			Pr + Ps = 1522						
VISCOSIDAD (VF) = <=10 S.					Relac. V/S/VF = <= 2			Pr + Ps = 1522						
Observaciones:					Vol. Prob. = 1571			Diseño						
					Peso =			Peso de Arena (kg) = 1005						
					Densidad =			Peso de Ripto (kg) = 518						
					D. Conc. Fines =			Volumen Arena (lts) = 400						
								Volumen Ripto (lts) = 201						
								Fines (kg/m3) = 500						
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE Y1	SUM. A1*1 =	SUM. A1*2 =	SUM. A1*3 =	SUM. A1*Y1 =	SUM. A2*2 =	SUM. A2*3 =	SUM. A2*Y1 =	SUM. A3*3 =	SUM. A3*Y1 =
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	11533	46805	11533	0	46805	0	0	46805	0	0
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	35636	11533	0	35636	0	0	35636	0	0	
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	35636	35636	0	35636	0	0	35636	0	0	
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	9431	9431	0	9431	0	0	9431	0	0	
# 16	75,32		48,00	49,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
# 30	51,16		40,00	33,76	11075	11075	0	11075	0	0	11075	0	0	
# 50	20,98		30,00	13,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
# 100	5,92		20,00	3,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGS250-003		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM ²										
(II-03)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA)										
FECHA ELABORACIÓN = 28/07/2011											18	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.			
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPAN	3.10				415	415	133,87	7.470	7.470		20,60	
AGUA	1,00				263	220	220,00	4,734	3,960		2,844	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1007	1038	401,00	18,117	18,686	9,48	19,835	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	531	543	206,00	9,567	9,771	1,80	9,739	
VISCOCRETE 2100R (2,0%)	1,10				8,30	8,30	7,55	0,149	0,149		0,149	
SIKA AER RMC (0,3%)	1,00				1,25	1,25	1,25	0,022	0,022		0,022	
AIRE											30,00	
TOTAL					2226	2226	1000				1000	
Relación W/C = 0,530					Cap. paso (PA) = 0,91		≥= 0,75					
ESCURR. (TS00) = VS = 2,04					S.		Relac. VS/VF = 0,92		≤= 2		Pr + Ps = 1654	
ASENTAMIENTO (SF) = 690					520 - 700						Diseño	
VISCOSIDAD (VF) = 2,22					≤=10 S.						Diseño	
Observaciones:					Vol. Prob. = 1571		1571		cc.		Peso de Arena (kg) = 1091	
presenta exudación					no se confectionan cilindros		Densidad = 1866		1858		kg/m ³	
					D. Conc. Fres. = 1862		kg/m ³ .		Volumen Ripio (lts) = 206		Vol. Ripio (%) = 20,60	
									Ps/Pr (peso) = 1,941		Frac. Pasta (%) = 36,27	
									Peso de Ripio (kg) = 562		Frac. Mort. (%) = 76,37	
									Volumen Arena (lts) = 401		Agua = 22,00	
									suma = 1,024			
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805	Arena =	0,676	0,66	
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Ripio =	0,348	0,34	
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	100,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	suma =	1,024		
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	100,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636				
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	100,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431				
# 16	75,32		48,00	49,71	100,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0				
# 30	51,16		40,00	33,76	100,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075				
# 50	20,98		30,00	13,85	100,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0				
# 100	5,92		20,00	3,91	100,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0				

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGS250-004		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM ²										
(II-04)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); PUZOLANA										
FECHA ELABORACIÓN = 09/08/2011											18	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.			
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPAN	3.10				400	400	129,03	7,200	7,200		7,200	
AGUA	1,00				243	200	200,00	4,376	3,600		3,528	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1017	1048	405,00	18,298	18,872	4,20	19,066	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	524	535	203,00	9,427	9,629	0,75	9,498	
VISCOCRETE 2100R (2%)	1,10				8,00	8,00	7,27	0,144	0,144		0,144	
SIKA AER (0,3%)	1,00				1,20	1,20	1,20	0,022	0,022		0,022	
PUZOLANA (15%)	2,71	2,54	2,44	4,12	60,00	62,47	24,59	1,080	1,124	5,00	1,134	
AIRE											30,00	
TOTAL					2253	2255	1000				1000	
Relación W/C = 0,500					Cap. paso (PA) = 0,82		≥= 0,75					
ESCURR. (TS00) = VS = 3,22					S.		Relac. VS/VF = 0,75		≤= 2		Pr + Ps = 1539	
ASENTAMIENTO (SF) = 633					520 - 700						Diseño	
VISCOSIDAD (VF) = 4,29					≤=10 S.						Diseño	
Observaciones:					Vol. Prob. = 1571		1571		cc.		Peso de Arena (kg) = 1016	
presenta poca exudación					Densidad = 1924		1937		kg/m ³		Frac. Pasta (%) = 36,09	
					D. Conc. Fres. = 1930		kg/m ³ .		Volumen Ripio (lts) = 203		Frac. Mort. (%) = 77,25	
									Volumen Arena (lts) = 405		Agua = 20,00	
									Finos (kg/m ³) = 501			
									Ps/Pr (peso) = 1,941		Vol. Ripio (%) = 20,30	
									Peso de Ripio (kg) = 523		Frac. Mort. (%) = 77,25	
									suma = 1,024			
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805	Arena =	0,676	0,66	
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	100,00	98,40	SUM. A1*A2 =	11533	Ripio =	0,348	0,34	
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	100,00	72,34	SUM. A1*A3 =	0	suma =	1,024		
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	100,00	65,73	SUM. A1*Y1 =	35636				
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	100,00	60,00	SUM. A2*A2 =	9431				
# 16	75,32		48,00	49,71	100,00	49,71	SUM. A2*A3 =	0				
# 30	51,16		40,00	33,76	100,00	33,76	SUM. A2*Y1 =	11075				
# 50	20,98		30,00	13,85	100,00	13,85	SUM. A3*A3 =	0				
# 100	5,92		20,00	3,91	100,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0				



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGS250-005 (II-05)		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2 MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKAFUME; PUZOLANA										
FECHA ELABORACIÓN = 10/08/2011												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPAN	3.10				420	420	135.48	7.560	7.560		7.560	
AGUA	1.00				252	210	210.00	4.537	3.780		3.305	
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	991	1023	395.00	17.846	18.406	6.49	19.004	
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	511	522	198.00	9.195	9.392	0.70	9.259	
VISCOCRETE 2100R (2%)	1.10				8.40	8.40	7.64	0.151	0.151		0.151	
SIKA FUME (6%)	3.10				25.20	25.20	8.13	0.454	0.454		0.454	
PUZOLANA (15%)	2.71	2.54	2.44	4.12	63.00	65.60	25.82	1.134	1.181	5.00	1.191	
AIRE							20.00					
TOTAL					2271	2274	1000					
					2183			1000				
Relación W/C =	0.500		Cap. paso (PA)=	0.87	>= 0.75							
ESCURR. (T500) = VS =	3.55	S.	Relac. VS/AF =	0.66	<= 2		Pr + Ps = 1503					
ASENTAMIENTO (SF) =	658	520 - 700										
VISCOSIDAD (VF) =	5.38	<=10 S.										
Observaciones:					Vol. Prob. =			Ps/Pr (peso) =		Vol. Ripio (%) =		Diseño
buena mezcla					1571 1571 cc.			992		19.80		37.89
se oscurece la mezcla					Peso = 3511 3530 gr.			Peso de Ripio (kg) = 511		Frac. Mort. (%) =		77.62
					Densidad = 2235 2247 kg/m3			Volumen Arena (lts) = 395		Agua		21.00
					D. Conc. Fines = 2241 kg/m3.			Volumen Ripio (lts) = 198		Finos (kg/m3) =		547
TAMIZ		A1	A2	A3	Y1							
		% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE						
3/4"		100.00	95.30		100.00	SUM. A1*Y1 =	46905					
3/8"		100.00	18.64		78.00	SUM. A1*Y2 =	11533		Arena = 0.676		0.66	
# 4		98.93	1.29		65.00	SUM. A1*Y3 =	0		Ripio = 0.348		0.34	
# 8		90.84	0.13		55.00	SUM. A1*Y1 =	35636		suma = 1.024			
# 16		75.32			48.00	SUM. A2*Y2 =	9431					
# 30		51.16			40.00	SUM. A2*Y3 =	0					
# 50		20.98			30.00	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 100		5.92			20.00	SUM. A3*Y3 =	0					

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGS250-006 (II-06)		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2 MATERIALES: CEMENTO = GUAPAN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA) ADITIVO = VISCOCRETE 2100R (SIKA); SIKAFUME; PUZOLANA										
FECHA ELABORACIÓN = 10/09/2011												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPAN	3.10				475	475	153.23	8.550	8.550		8.550	
AGUA	1.00				267	227	227.00	4.806	4.086		4.223	
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	944	973	376.00	16.988	17.521	3.16	17.524	
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	485	495	188.00	8.731	8.918	0.50	8.774	
VISCOCRETE 2100R (2.0%)	1.10				9.50	9.50	8.64	0.171	0.171		0.171	
SIKA FUME (6%)	3.10				23.75	23.75	7.96	0.428	0.428		0.428	
PUZOLANA (10%)	2.71	2.54	2.44	4.12	47.50	49.46	19.47	0.855	0.890	4.50	0.893	
AIRE							20.00					
TOTAL					2252	2254	1000					
					2252			1000				
Relación W/C =	0.478	0.455	Cap. paso (PA)=	0.87	>= 0.75							
ESCURR. (T500) = VS =	2.25	S.	Relac. VS/AF =	0.37	<= 2		Pr + Ps = 1429					
ASENTAMIENTO (SF) =	680	520 - 700										
VISCOSIDAD (VF) =	6.04	<=10 S.										
Observaciones:					Vol. Prob. =			Ps/Pr (peso) =		Vol. Ripio (%) =		Diseño
buena mezcla					1571 1571 cc.			943		18.80		40.83
					Peso = 3623 3607 gr.			Peso de Ripio (kg) = 486		Frac. Mort. (%) =		79.25
					Densidad = 2206 2296 kg/m3			Volumen Arena (lts) = 376		Agua		22.70
					D. Conc. Fines = 2201 kg/m3.			Volumen Ripio (lts) = 188		Finos (kg/m3) =		583
TAMIZ		A1	A2	A3	Y1							
		% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE						
3/4"		100.00	95.30		100.00	SUM. A1*Y1 =	46905					
3/8"		100.00	18.64		78.00	SUM. A1*Y2 =	11533		Arena = 0.676		0.66	
# 4		98.93	1.29		65.00	SUM. A1*Y3 =	0		Ripio = 0.348		0.34	
# 8		90.84	0.13		55.00	SUM. A2*Y2 =	9431					
# 16		75.32			48.00	SUM. A2*Y3 =	0					
# 30		51.16			40.00	SUM. A2*Y1 =	11075					
# 50		20.98			30.00	SUM. A3*Y3 =	0					
# 100		5.92			20.00	SUM. A3*Y1 =	0					



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)																	
MEZCLA: HACAS250-001		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2															
(LL-01)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)															
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); SIKA FUME; PUZOLANA															
		FECHA ELABORACIÓN = 02/09/2011															
18																	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.								
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.						
CEMENTO HOLCIM	3,10				375	375	120,97	6,750	6,750		6,750						
AGUA	1,00				305	265	265,00	5,489	4,770		4,670						
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	941	971	375,00	16,943	17,474	4,13	17,642						
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	485	495	188,00	8,731	8,918	1,20	8,835						
ADITEC SF-106 (1,75%)	1,17				6,56	6,56		5,61	0,118		0,118						
SIKA FUME (7%)	3,10				26,25	26,25	8,47	0,473	0,473		0,473						
PUZOLANA (11%)	2,71	2,54	2,44	4,12	41,25	42,95	16,91	0,743	0,773	6,09	0,788						
AIRE							20,00										
TOTAL					2180	2182	1000										
					2180												
Relación W/MC =		0,660		Cap. paso (PA) =				>= 0,75									
ESCURR. (T500) = VS =		S.		Relac. VS/VF =		#DIV/OI =		<= 2		Pr + Ps = 1426							
ASENTAMIENTO (SF) =		520 - 700															
VISCOSIDAD (VF) =		<=10 S.															
										Ps/Pr (peso) = 1,941		Vol. Ripio (%) = 18,80					
Observaciones:		mezcla seca		Vol. Prob. =		1571		1571		cc.		Peso de Arena (kg) = 941		Frac. Pasta (%) = 40,85			
		no se confectionan cilindros		Peso =		3541		3551		gr.		Peso de Ripio (kg) = 495		Frac. Mbrt. (%) = 79,50			
		no tiene el aditivo		Densidad =		2254		2260		kg/m3		Volumen Arena (lts) = 375		Agua = 26,50			
				D. Conc. Fres. =		2257				kg/m3.		Volumen Ripio (lts) = 188		Finos (kg/m3) = 479			
		A1		A2		A3		Y1									
TAMIZ		% PASA Arena		% PASA Ripio		% PASA		AJUSTE Y1		CURVA DE AJUSTE		SUM. A1*Y1 =		46805			
3/4"		100,00		95,30		100,00		98,40		SUM. A1*Y2 =		11533		Arena = 0,676		0,66	
3/8"		100,00		18,64		78,00		72,34		SUM. A1*Y3 =		0		Ripio = 0,348		0,34	
# 4		98,93		1,29		65,00		65,73		SUM. A1*Y1 =		35636		suma = 1,024			
# 8		90,84		0,13		55,00		60,00		SUM. A2*Y2 =		9431					
# 16		75,32				48,00		49,71		SUM. A2*Y3 =		0					
# 30		51,16				40,00		33,76		SUM. A2*Y1 =		11075					
# 50		20,98				30,00		13,85		SUM. A3*Y3 =		0					
# 100		5,92				20,00		3,91		SUM. A3*Y1 =		0					

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)																	
MEZCLA: HACAS250-002		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2															
(LL-02)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)															
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); SIKA FUME; PUZOLANA															
		FECHA ELABORACIÓN = 03/09/2011															
18																	
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.								
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.						
CEMENTO HOLCIM	3,10				390	390	125,81	7,020	7,020		7,020						
AGUA	1,00				309	270	270,00	5,561	4,860		4,899						
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	919	948	366,00	16,536	17,055	3,31	17,083						
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	472	482	183,00	8,499	8,680	1,20	8,601						
ADITEC SF-106 (2,65%)	1,17				10,34	10,34	8,83	0,186	0,186		0,186						
SIKA FUME (7%)	3,10				27,30	27,30	8,81	0,491	0,491		0,491						
PUZOLANA (11%)	2,71	2,54	2,44	4,12	42,90	44,67	17,58	0,772	0,804	5,80	0,817						
AIRE							20,00										
TOTAL					2170	2172	1000										
					2170												
Relación W/MC =		0,647		Cap. paso (PA) =				>= 0,75									
ESCURR. (T500) = VS =		S.		Relac. VS/VF =		#DIV/OI =		<= 2		Pr + Ps = 1391							
ASENTAMIENTO (SF) =		520 - 700															
VISCOSIDAD (VF) =		<=10 S.															
										Ps/Pr (peso) = 1,941		Vol. Ripio (%) = 18,30					
Observaciones:		no fluye		Vol. Prob. =		1571		1571		cc.		Peso de Arena (kg) = 918		Frac. Pasta (%) = 42,22			
		no tiene el aditivo		Peso =		0		0		gr.		Peso de Ripio (kg) = 473		Frac. Mbrt. (%) = 79,94			
		no se confectionan cilindros		Densidad =		0		0		kg/m3		Volumen Arena (lts) = 366		Agua = 27,00			
				D. Conc. Fres. =		0		0		kg/m3.		Volumen Ripio (lts) = 183		Finos (kg/m3) = 496			
		A1		A2		A3		Y1									
TAMIZ		% PASA Arena		% PASA Ripio		% PASA		AJUSTE Y1		CURVA DE AJUSTE		SUM. A1*Y1 =		46805			
3/4"		100,00		95,30		100,00		98,40		SUM. A1*Y2 =		11533		Arena = 0,676		0,66	
3/8"		100,00		18,64		78,00		72,34		SUM. A1*Y3 =		0		Ripio = 0,348		0,34	
# 4		98,93		1,29		65,00		65,73		SUM. A1*Y1 =		35636		suma = 1,024			
# 8		90,84		0,13		55,00		60,00		SUM. A2*Y2 =		9431					
# 16		75,32				48,00		49,71		SUM. A2*Y3 =		0					
# 30		51,16				40,00		33,76		SUM. A2*Y1 =		11075					
# 50		20,98				30,00		13,85		SUM. A3*Y3 =		0					
# 100		5,92				20,00		3,91		SUM. A3*Y1 =		0					



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)															
MEZCLA: HACHA250-003		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2													
(LL-03)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)													
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA													
		FECHA ELABORACIÓN = 05/09/2011													
CONSTANTES DE LOS MATERIALES												MATERIALES /M3.		MATERIALES/18 LTS.	
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.				
CEMENTO HOLCIM	3,10				415	415	133,87	7,470	7,470		7,470				
AGUA	1,00				265	223	223,00	4,773	4,014		4,109				
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	994	1025	396,00	17,891	18,453	3,31	18,483				
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	511	522	198,00	9,195	9,392	0,63	9,253				
ADITEC SF-106 (2,8%)	1,17				11,62	11,62		9,93	0,209		0,209				
PUZOLANA (11%)	2,71	2,54	2,44	4,12	45,65	47,53	18,71	0,822	0,856	5,80	0,869				
AIRE											20,00				
TOTAL					2242	2244	1000				1000				
Relación W/C =					0,537	Cap. paso (PA) =	0,76	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =					2,10	Relac. VS/WF =	0,46	<= 2	Pr + Ps = 1506						
ASENTAMIENTO (SF) =					573	520 - 700						Diseño			
VISCOSIDAD (VF) =					4,55	<= 10 S.						Pr (peso) = 1,941			
Observaciones:					buena mezcla	Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	994	Vol. Ripio (%) =	19,80		
					no exuda	Peso =	3631	3594	gr.	Peso de Ripio (kg) =	512	Fracc. Pasta (%) =	38,68		
					pequeña trabajabilidad rápidamente	Densidad =	2311	2288	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	396	Fracc. Mbrt. (%) =	78,15		
						D. Conc. Fines =	2239	kg/m3.	Volumen Ripio (lts) =	198	Finos (kg/m3) =	499			
TAMIZ		% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE									
	A1	A2	A3	Y1	Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805							
	Arena	Ripio					SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66				
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	100,00	98,40	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34				
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	100,00	72,34	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024					
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	65,00	65,73	SUM. A2*A2 =	9431							
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	55,00	60,00	SUM. A2*A3 =	0							
# 16	75,32		48,00	49,71	48,00	49,71	SUM. A2*Y1 =	11075							
# 30	51,16		40,00	33,76	40,00	33,76	SUM. A3*A3 =	0							
# 50	20,98		30,00	13,85	30,00	13,85	SUM. A3*Y1 =	0							
# 100	5,92		20,00	3,91	20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0							

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)															
MEZCLA: HACHA250-004		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2													
(LL-04)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)													
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA													
		FECHA ELABORACIÓN = 15/09/2011													
CONSTANTES DE LOS MATERIALES												MATERIALES /M3.		MATERIALES/18 LTS.	
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.				
CEMENTO HOLCIM	3,10				440	440	141,94	7,920	7,920		7,920				
AGUA	1,00				276	235	235,00	4,966	4,230		4,522				
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	964	994	384,00	17,349	17,894	2,28	17,745				
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	495	506	192,00	8,916	9,107	0,50	8,961				
ADITEC SF-106 (2,5%)	1,17				11,00	11,00		9,40	0,198		0,198				
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	44,00	45,81	18,03	0,792	0,825	4,50	0,828				
AIRE											20,00				
TOTAL					2230	2232	1000				1000				
Relación W/C =					0,534	Cap. paso (PA) =	0,76	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =					1,37	Relac. VS/WF =	0,53	<= 2	Pr + Ps = 1459						
ASENTAMIENTO (SF) =					590	520 - 700						Diseño			
VISCOSIDAD (VF) =					2,58	<= 10 S.						Pr (peso) = 1,941			
Observaciones:					pequeña plasticidad rápidamente	Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	963	Vol. Ripio (%) =	19,20		
						Peso =	3705	3666	gr.	Peso de Ripio (kg) =	496	Fracc. Pasta (%) =	40,63		
						Densidad =	2358	2334	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	384	Fracc. Mbrt. (%) =	78,84		
						D. Conc. Fines =	2346	kg/m3.	Volumen Ripio (lts) =	192	Finos (kg/m3) =	23,50			
TAMIZ		% PASA	% PASA	% PASA	AJUSTE	CURVA DE									
	A1	A2	A3	Y1	Y1	AJUSTE	SUM. A1*A1 =	46805							
	Arena	Ripio					SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66				
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	100,00	98,40	SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34				
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	100,00	72,34	SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024					
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	65,00	65,73	SUM. A2*A2 =	9431							
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	55,00	60,00	SUM. A2*A3 =	0							
# 16	75,32		48,00	49,71	48,00	49,71	SUM. A2*Y1 =	11075							
# 30	51,16		40,00	33,76	40,00	33,76	SUM. A3*A3 =	0							
# 50	20,98		30,00	13,85	30,00	13,85	SUM. A3*Y1 =	0							
# 100	5,92		20,00	3,91	20,00	3,91	SUM. A3*Y1 =	0							



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)														
MEZCLA: HACHA350-001		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2												
(MM-01)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); SIKA FUME; PUZOLANA												
		FECHA ELABORACIÓN = 03/09/2011												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.						
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.			
CEMENTO HOLCIM	3.10				420	420	135.48	7.560	7.560		7.560			
AGUA	1.00				242	198	198.00	4.349	3.564		3.378			
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	1029	1061	410.00	18.524	19.105	4.92	19.435			
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	529	540	205.00	9.520	9.724	0.63	9.580			
ADITEC SF-106 (1.6%)	1.17				6.72	6.72	5.74	0.121	0.121		0.121			
SIKA FUME (6%)	3.10				25.20	25.20	8.13	0.454	0.454		0.454			
PUZOLANA (10%)	2.71	2.54	2.44	4.12	42.00	43.73	17.21	0.756	0.787	4.17	0.788			
AIRE								20.00						
TOTAL					2293	2295	1000							
Relación W/C =		0.471	0.445	Cap. paso (PA)=		>= 0.75								
ESCURR. (T500) = VS =		S		Relac. VS/AF =		<= 2		Pr + Ps =	1557					
ASENTAMIENTO (SF) =		520 - 700						Ps/Pr (peso) =	1.941	Vol. Ripio (%) =	Diseño			
VISCOSIDAD (VF) =		<= 10 S.						Peso de Arena (kg) =	1028	Fracc. Pasta (%) =	35.64			
Observaciones:		no fluye		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Ripio (kg) =	530	Fracc. Mort. (%) =	77.74			
		no se correccionan cilindros		Peso =	3541	3551	gr.	Volumen Arena (lbs) =	410	Agua	19.80			
				Densidad =	2254	2260	kg/m3	Volumen Ripio (lbs) =	205	Finos (kg/m3) =	527			
				D. Conc. Fres. =	2257		kg/m3.							
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE Y1	SUM. A1*A1 =	SUM. A1*A2 =	SUM. A1*A3 =	SUM. A1*Y1 =	SUM. A2*A2 =	SUM. A2*A3 =	SUM. A2*Y1 =	SUM. A3*A3 =	SUM. A3*Y1 =
3/4"	100.00	95.30	100.00	98.40	100.00	46805	11533	0	46805	948	0	46805	11533	0
3/8"	100.00	18.64	78.00	72.34	78.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# 4	98.93	1.29	65.00	65.73	65.00	35636	35636	0	35636	0	0	35636	35636	0
# 8	90.84	0.13	55.00	60.00	55.00	9431	9431	0	9431	0	0	9431	9431	0
# 16	75.32		48.00	49.71	48.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# 30	51.16		40.00	33.76	40.00	11075	11075	0	11075	0	0	11075	11075	0
# 50	20.98		30.00	13.85	30.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# 100	5.92		20.00	3.91	20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)														
MEZCLA: HACHA350-002		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2												
(MM-02)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA												
		FECHA ELABORACIÓN = 05/09/2011												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.						
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.			
CEMENTO HOLCIM	3.10				480	480	154.84	8.640	8.640		8.640			
AGUA	1.00				268	228	228.00	4.828	4.104		4.193			
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	949	979	378.00	17.078	17.614	3.31	17.643			
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	488	498	189.00	8.777	8.965	0.63	8.832			
ADITEC SF-106 (2.5%)	1.17				12.00	12.00	10.26	0.216	0.216		0.216			
PUZOLANA (10%)	2.71	2.54	2.44	4.12	48.00	49.98	19.67	0.864	0.900	5.80	0.914			
AIRE								20.00						
TOTAL					2245	2247	1000							
Relación W/C =		0.475		Cap. paso (PA)=	0.75	>= 0.75								
ESCURR. (T500) = VS =		2.23	S	Relac. VS/AF =	0.30	<= 2		Pr + Ps =	1437					
ASENTAMIENTO (SF) =		593	520 - 700					Ps/Pr (peso) =	1.941	Vol. Ripio (%) =	Diseño			
VISCOSIDAD (VF) =		7.48	<= 10 S.					Peso de Arena (kg) =	948	Fracc. Pasta (%) =	41.31			
Observaciones:		bueno mezcla		Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Ripio (kg) =	489	Fracc. Mort. (%) =	79.08			
		no esuda		Peso =	3567	3509	gr.	Volumen Arena (lbs) =	378	Agua	22.80			
		piende y plasticidad rápidamente		Densidad =	2271	2234	kg/m3	Volumen Ripio (lbs) =	189	Finos (kg/m3) =	565			
				D. Conc. Fres. =	2252		kg/m3.							
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE Y1	SUM. A1*A1 =	SUM. A1*A2 =	SUM. A1*A3 =	SUM. A1*Y1 =	SUM. A2*A2 =	SUM. A2*A3 =	SUM. A2*Y1 =	SUM. A3*A3 =	SUM. A3*Y1 =
3/4"	100.00	95.30	100.00	98.40	100.00	46805	11533	0	46805	948	0	46805	11533	0
3/8"	100.00	18.64	78.00	72.34	78.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# 4	98.93	1.29	65.00	65.73	65.00	35636	35636	0	35636	0	0	35636	35636	0
# 8	90.84	0.13	55.00	60.00	55.00	9431	9431	0	9431	0	0	9431	9431	0
# 16	75.32		48.00	49.71	48.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# 30	51.16		40.00	33.76	40.00	11075	11075	0	11075	0	0	11075	11075	0
# 50	20.98		30.00	13.85	30.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# 100	5.92		20.00	3.91	20.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACHA350-003		RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2										
(MM-03)		MATERIALES: CEMENTO = HOLCIM; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)										
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA										
		FECHA ELABORACIÓN = 15/09/2011										
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.			
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO HOLCIM	3,10				470	470	151,61	8,460	8,460		8,460	
AGUA	1,00				263	222	222,00	4,735	3,996		4,290	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	969	999	386,00	17,439	17,987	2,28	17,837	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	498	509	193,00	8,963	9,155	0,50	9,008	
ADITEC SF-106 (9%)	1,17				14,10	14,10	12,05	0,254	0,254		0,254	
PUZOLANA (8%)	2,71	2,54	2,44	4,12	37,60	39,15	15,41	0,677	0,705	4,50	0,707	
AIRE											20,00	
TOTAL					2252	2253	1000					
Relación W/C = 0,472					Cap. paso (PA) = 0,82	>= 0,75						
ESCURR. (T500) = VS = 2,41					S.	Relac. VS/VF = 0,41	<= 2		Pr + Ps = 1467			
ASENTAMIENTO (SF) = 605					520 - 700				Ps/Pr (peso) = 1,941			
VISCOSIDAD (VF) = 5,87					<= 10 S.				Vol. Ripio (%) = 19,30			
Observaciones: buena mezcla					Vol. Prob. = 1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) = 965	Vol. Ripio (%) = 19,30			
					Peso = 3657	3614	gr.	Peso de Ripio (kg) = 492	Fracc. Pasta (%) = 40,57			
					Densidad = 2328	2300	kg/m3	Volumen Arena (ts) = 386	Fracc. Mort. (%) = 78,71			
					D. Conc. Fres. = 2314		kg/m3.	Volumen Ripio (ts) = 193	Agua = 22,20			
									Finos (kg/m3) = 545			
CURVA DE												
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	AJUSTE Y1	SUM. A1*A1 = 46805						
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	SUM. A1*A2 = 11533	Arena = 0,676		0,66				
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	SUM. A1*A3 = 0	Ripio = 0,348		0,34				
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	SUM. A1*Y1 = 35636	suma = 1,024						
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	SUM. A2*A2 = 9431							
# 16	75,32		48,00	49,71	SUM. A2*A3 = 0							
# 30	51,16		40,00	33,76	SUM. A2*Y1 = 11075							
# 50	20,98		30,00	13,85	SUM. A3*A3 = 0							
# 100	5,92		20,00	3,91	SUM. A3*Y1 = 0							

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACGA250-001		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2										
(NN-01)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)										
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA										
		FECHA ELABORACIÓN = 06/09/2011										
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.			
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				410	410	132,26	7,380	7,380		7,380	
AGUA	1,00				256	213	213,00	4,605	3,834		4,044	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	1009	1041	402,00	18,162	18,733	2,75	18,662	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	521	532	202,00	9,381	9,582	0,60	9,437	
ADITEC SF-106 (2,95%)	1,17				12,10	12,10	10,34	0,218	0,218		0,218	
PUZOLANA (12%)	2,71	2,54	2,44	4,12	49,20	51,23	20,16	0,886	0,922	4,76	0,928	
AIRE											20,00	
TOTAL					2257	2259	1000					
Relación W/C = 0,520					Cap. paso (PA) = 0,86	>= 0,75						
ESCURR. (T500) = VS = 2,10					S.	Relac. VS/VF = 0,29	<= 2		Pr + Ps = 1530			
ASENTAMIENTO (SF) = 665					520 - 700				Ps/Pr (peso) = 1,941			
VISCOSIDAD (VF) = 7,17					<= 10 S.				Vol. Ripio (%) = 20,20			
Observaciones: buena mezcla					Vol. Prob. = 1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) = 1010	Vol. Ripio (%) = 20,20			
					Peso = 3562	3551	gr.	Peso de Ripio (kg) = 520	Fracc. Pasta (%) = 37,56			
					Densidad = 2267	2260	kg/m3	Volumen Arena (ts) = 402	Fracc. Mort. (%) = 77,78			
					D. Conc. Fres. = 2264		kg/m3.	Volumen Ripio (ts) = 202	Agua = 21,30			
									Finos (kg/m3) = 499			
CURVA DE												
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	AJUSTE Y1	SUM. A1*A1 = 46805						
3/4"	100,00	95,30	100,00	98,40	SUM. A1*A2 = 11533	Arena = 0,676		0,66				
3/8"	100,00	18,64	78,00	72,34	SUM. A1*A3 = 0	Ripio = 0,348		0,34				
# 4	98,93	1,29	65,00	65,73	SUM. A1*Y1 = 35636	suma = 1,024						
# 8	90,84	0,13	55,00	60,00	SUM. A2*A2 = 9431							
# 16	75,32		48,00	49,71	SUM. A2*A3 = 0							
# 30	51,16		40,00	33,76	SUM. A2*Y1 = 11075							
# 50	20,98		30,00	13,85	SUM. A3*A3 = 0							
# 100	5,92		20,00	3,91	SUM. A3*Y1 = 0							



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)															
MEZCLA: HACGA250-002		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2													
(NN-02)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)													
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA													
		FECHA ELABORACIÓN = 27/09/2011													
CONSTANTES DE LOS MATERIALES				MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.							
DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP LTS.	PESO SECC. KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.					
CEMENTO GUAPÁN	3.10			415	415	133.87	7.470	7.470		7.470					
AGUA	1.00			255	212	212.00	4.588	3.816		3.849					
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	1012	1043	403.00	18.208	18.779	3.78	18.896				
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	521	532	202.00	9.381	9.582	0.50	9.428				
ADITEC SF-106 (2.4%)	1.17				9.96	9.96	8.51	0.179	0.179		0.179				
PUZOLANA (12%)	2.71	2.54	2.44	4.12	49.80	51.85	20.41	0.896	0.933	4.58	0.937				
AIRE							20.00								
TOTAL					2262	2264	1000								
				2263				1000							
Relación W/C =		0.511		Cap. paso (PA) =		0.85		≥= 0.75							
ESCURR. (T500) = VS =		1.44		S.		Relac. VSVF =		0.15		≤= 2					
ASENTAMIENTO (SF) =		680		520 - 700								Diseño			
VISCOSIDAD (VF) =		9.40		≤= 10 S.											
				Pr + Ps =				1533							
				Ps/Pr (peso) =				1.941							
				Vol. Ripio (%) =				20.20							
Observaciones:				Vol. Prob. =				1571				1571			
				cc.				Peso de Arena (kg) =				1012			
				Piso =				3639				3554			
				gr.				Peso de Ripio (kg) =				521			
				Densidad =				2316				2262			
				kg/m3				Volumen Arena (lts) =				403			
				D. Conc. Fres. =				2289				kg/m3.			
								Volumen Ripio (lts) =				202			
												Finos (kg/m3) =			
												504			
TAMIZ		% PASA		% PASA		% PASA		AJUSTE		CURVA DE					
		Arena		Ripio		Y1		AJUSTE		SUM. A1*A1 =		46805			
3/4"		100.00		95.30		100.00		98.40		SUM. A1*A2 =		11533			
3/8"		100.00		18.64		78.00		72.34		SUM. A1*A3 =		0			
# 4		98.93		1.29		65.00		65.73		SUM. A1*Y1 =		35636			
# 8		90.84		0.13		55.00		60.00		SUM. A2*A2 =		9431			
# 16		75.32				48.00		49.71		SUM. A2*A3 =		0			
# 30		51.16				40.00		33.76		SUM. A2*Y1 =		11075			
# 50		20.98				30.00		13.85		SUM. A3*A3 =		0			
# 100		5.92				20.00		3.91		SUM. A3*Y1 =		0			

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)															
MEZCLA: HACGA250-003		RESISTENCIA HORMIGÓN = 250 KG/CM2													
(NN-03)		MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)													
		ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA													
		FECHA ELABORACIÓN = 29/09/2011													
CONSTANTES DE LOS MATERIALES				MATERIALES /M3.				MATERIALES/18 LTS.							
DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP LTS.	PESO SECC. KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.					
CEMENTO GUAPÁN	3.10			465	465	150.00	8.370	8.370		8.370					
AGUA	1.00			271	231	231.00	4.887	4.158		4.087					
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	954	984	380.00	17.168	17.707	4.38	17.920				
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	493	503	191.00	8.870	9.060	0.50	8.914				
ADITEC SF-106 (1.7%)	1.17				7.91	7.91	6.76	0.142	0.142		0.142				
PUZOLANA (11%)	2.71	2.54	2.44	4.12	51.15	53.26	20.96	0.921	0.959	4.55	0.963				
AIRE							20.00								
TOTAL					2242	2244	1000								
				2242				1000							
Relación W/C =		0.497		Cap. paso (PA) =		0.85		≥= 0.75							
ESCURR. (T500) = VS =		2.55		S.		Relac. VSVF =		0.66		≤= 2					
ASENTAMIENTO (SF) =		585		520 - 700								Diseño			
VISCOSIDAD (VF) =		3.85		≤= 10 S.											
				Pr + Ps =				1446							
				Ps/Pr (peso) =				1.941							
				Vol. Ripio (%) =				19.10							
Observaciones:				Vol. Prob. =				1571				1571			
				cc.				Peso de Arena (kg) =				955			
				Piso =				3618				3619			
				gr.				Peso de Ripio (kg) =				492			
				Densidad =				2303				2304			
				kg/m3				Volumen Arena (lts) =				380			
				D. Conc. Fres. =				2303				kg/m3.			
								Volumen Ripio (lts) =				191			
												Finos (kg/m3) =			
												553			
TAMIZ		% PASA		% PASA		% PASA		AJUSTE		CURVA DE					
		Arena		Ripio		Y1		AJUSTE		SUM. A1*A1 =		46805			
3/4"		100.00		95.30		100.00		98.40		SUM. A1*A2 =		11533			
3/8"		100.00		18.64		78.00		72.34		SUM. A1*A3 =		0			
# 4		98.93		1.29		65.00		65.73		SUM. A1*Y1 =		35636			
# 8		90.84		0.13		55.00		60.00		SUM. A2*A2 =		9431			
# 16		75.32				48.00		49.71		SUM. A2*A3 =		0			
# 30		51.16				40.00		33.76		SUM. A2*Y1 =		11075			
# 50		20.98				30.00		13.85		SUM. A3*A3 =		0			
# 100		5.92				20.00		3.91		SUM. A3*Y1 =		0			



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)														
MEZCLA: HACGA350-001 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM ²														
(OO-01) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)														
ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA														
FECHA ELABORACIÓN = 06/09/2011														
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.						
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.			
CEMENTO GUAPÁN	3.10				490	490	158.06	8.820	8.820		8.820			
AGUA	1.00				262	222	222.00	4.722	3.996		4.193			
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	951	981	379.00	17.123	17.661	2.75	17.594			
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	490	501	190.00	8.824	9.012	0.60	8.877			
ADITEC SF-106 (2.5%)	1.17				12.25	12.25	10.47	0.221	0.221		0.221			
PUZOLANA (10%)	2.71	2.54	2.44	4.12	49.00	51.02	20.08	0.882	0.918	4.76	0.924			
AIRE											20.00			
TOTAL					2255	2257	1000				1000			
Relación W/C =	0.453		Cap. paso (PA) =	0.95	>= 0.75									
ESCURR. (T500) = VS =	1.85	S.	Relac. VS/VF =	0.35	<= 2	Pr + Ps = 1441								
ASENTAMIENTO (SF) =	680	520 - 700												
VISCOSIDAD (VF) =	5.35	<=10 S.												
Observaciones:	buena mezcla no exuda	Vol. Prob. =		1571	1571	cc.	Ps/Pr (peso) =		1.941	Vol. Ripio (%) =		19.00		
		Peso =		3543	3571	gr.	Peso de Ripio (kg) =		490	Fracc. Pasta (%) =		41.05		
		Densidad =		2255	2273	kg/m ³	Volumen Ripio (lbs) =		379	Fracc. Mort. (%) =		78.96		
		D. Conc. Fines =		2284		kg/m ³	Volumen Ripio (lbs) =		190	Finos (kg/m ³) =		576		
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE	SUM. A1*A1 =	SUM. A1*A2 =	SUM. A1*A3 =	SUM. A1*Y1 =	SUM. A2*A2 =	SUM. A2*A3 =	SUM. A2*Y1 =	SUM. A3*A3 =	SUM. A3*Y1 =
3/4"	100.00	95.30	100.00	98.40	SUM. A1*A1 =	46805	SUM. A1*A2 =	11533	SUM. A1*Y1 =	35636	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A3 =	0
3/8"	100.00	18.64	78.00	72.34	SUM. A1*A3 =	0	SUM. A1*Y1 =	35636	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*Y1 =	11075
# 4	98.93	1.29	65.00	65.73	SUM. A1*Y1 =	35636	SUM. A1*Y1 =	35636	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*Y1 =	11075
# 8	90.84	0.13	55.00	60.00	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*Y1 =	11075
# 16	75.32		48.00	49.71	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*Y1 =	11075	SUM. A2*Y1 =	11075	SUM. A3*A3 =	0
# 30	51.16		40.00	33.76	SUM. A2*Y1 =	11075	SUM. A2*Y1 =	11075	SUM. A3*A3 =	0	SUM. A3*A3 =	0	SUM. A3*Y1 =	0
# 50	20.98		30.00	13.85	SUM. A3*A3 =	0	SUM. A3*A3 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0
# 100	5.92		20.00	3.91	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)																													
MEZCLA: HACGA350-002 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM ²																													
(OO-02) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)																													
ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA																													
FECHA ELABORACIÓN = 27/09/2011																													
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES /M3.			MATERIALES/18 LTS.																					
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECCO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.																		
CEMENTO GUAPÁN	3.10				495	495	159.68	8.910	8.910		8.910																		
AGUA	1.00				258	217	217.00	4.640	3.906		3.937																		
ARENA	2.72	2.59	2.51	3.14	961	992	383.00	17.304	17.847	3.78	17.958																		
RIPIO 3/4"	2.73	2.64	2.58	2.14	495	506	192.00	8.916	9.107	0.50	8.961																		
ADITEC SF-106 (2.0%)	1.17				9.90	9.90	8.46	0.178	0.178		0.178																		
PUZOLANA (10%)	2.71	2.54	2.44	4.12	49.50	51.54	20.29	0.891	0.928	4.58	0.932																		
AIRE											20.00																		
TOTAL					2269	2271	1000				1000																		
Relación W/C =	0.438		Cap. paso (PA) =	0.91	>= 0.75																								
ESCURR. (T500) = VS =	1.48	S.	Relac. VS/VF =	0.29	<= 2	Pr + Ps = 1458																							
ASENTAMIENTO (SF) =	680	520 - 700																											
VISCOSIDAD (VF) =	5.19	<=10 S.																											
Observaciones:	buena mezcla no exuda	Vol. Prob. =		1571	1571	cc.	Ps/Pr (peso) =		1.941	Vol. Ripio (%) =		19.20																	
		Peso =		3660	3632	gr.	Peso de Ripio (kg) =		962	Fracc. Pasta (%) =		40.51																	
		Densidad =		2330	2312	kg/m ³	Peso de Ripio (kg) =		496	Fracc. Mort. (%) =		78.84																	
		D. Conc. Fines =		2321		kg/m ³	Volumen Ripio (lbs) =		383	Finos (kg/m ³) =		21.70																	
TAMIZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE	SUM. A1*A1 =	SUM. A1*A2 =	SUM. A1*A3 =	SUM. A1*Y1 =	SUM. A2*A2 =	SUM. A2*A3 =	SUM. A2*Y1 =	SUM. A3*A3 =	SUM. A3*Y1 =															
															3/4"	100.00	95.30	100.00	98.40	SUM. A1*A1 =	46805	SUM. A1*A2 =	11533	SUM. A1*Y1 =	35636	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A3 =	0
															3/8"	100.00	18.64	78.00	72.34	SUM. A1*A3 =	0	SUM. A1*Y1 =	35636	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*Y1 =	11075
															# 4	98.93	1.29	65.00	65.73	SUM. A1*Y1 =	35636	SUM. A1*Y1 =	35636	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*Y1 =	11075
# 8	90.84	0.13	55.00	60.00	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A2 =	9431	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*Y1 =	11075															
# 16	75.32		48.00	49.71	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*A3 =	0	SUM. A2*Y1 =	11075	SUM. A2*Y1 =	11075	SUM. A3*A3 =	0															
# 30	51.16		40.00	33.76	SUM. A2*Y1 =	11075	SUM. A2*Y1 =	11075	SUM. A3*A3 =	0	SUM. A3*A3 =	0	SUM. A3*Y1 =	0															
# 50	20.98		30.00	13.85	SUM. A3*A3 =	0	SUM. A3*A3 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0															
# 100	5.92		20.00	3.91	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0	SUM. A3*Y1 =	0															



ANEXO III – DISEÑOS DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

DOSIFICACIÓN HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)												
MEZCLA: HACG4350-003 RESISTENCIA HORMIGÓN = 350 KG/CM2												
(OO-03) MATERIALES: CEMENTO = GUAPÁN; AGUA = CUENCA; ARENA = JUBONES (HEREDIA); RIPIO = 3/4" JUBONES (HEREDIA)												
ADITIVO = ADITEC SF-106 (ADITEC); PUZOLANA												
FECHA ELABORACIÓN = 29/09/2011												
18												
CONSTANTES DE LOS MATERIALES					MATERIALES/M3.			MATERIALES/18 LTS.				
	DENS. ABS.	DENS. S.S.S.	DENS. APAR.	ABS. %	PESO KG.	PESO S.S.S. KG.	VOL. AP. LTS.	PESO SECO KG.	PESO S.S.S. KG.	HUM. NAT. %	PESO HUM. KG.	
CEMENTO GUAPÁN	3,10				510	510	164,52	9,180	9,180		9,180	
AGUA	1,00				269	229	229,00	4,836	4,122		4,052	
ARENA	2,72	2,59	2,51	3,14	934	963	372,00	16,807	17,335	4,38	17,543	
RIPIO 3/4"	2,73	2,64	2,58	2,14	482	493	187,00	8,684	8,870	0,50	8,728	
ADITEC SF-106 (1.50%)	1,17				7,65	7,65	6,54		0,138		0,138	
PUZOLANA (10%)	2,71	2,54	2,44	4,12	51,00	53,10	20,90	0,918	0,956	4,55	0,960	
ARE							20,00					
TOTAL					2253	2256	1000					
					2253		1000					
Relación W/C =	0,449		Cap. paso (PA)=	0,76	>= 0,75							
ESCURR. (T500) = VS =	2,69	S.	Relac. VS/VF =	0,90	<= 2		Pr + Ps =	1416				
ASENTAMIENTO (SF) =	550	520 - 700									Diseño	
VISCOSIDAD (VF) =	2,98	<=10 S.					Ps/Pi (peso)=	1,941		Vol. Ripio (%) =	18,70	
Observaciones:			Vol. Prob. =	1571	1571	cc.	Peso de Arena (kg) =	934	Frac. Pasta (%) =	42,01		
			Peso =	3619	3607	gr.	Peso de Ripio (kg) =	481	Frac. Mort. (%) =	79,30		
			Densidad =	2304	2296	kg/m3	Volumen Arena (lts) =	372	Agua	22,90		
			D. Conc. Fines =	2300	kg/m3.		Volumen Ripio (lts) =	187	Fines (kg/m3) =	597		
	A1	A2	A3	Y1								
TAMZ	% PASA Arena	% PASA Ripio	% PASA	AJUSTE Y1	CURVA DE AJUSTE		SUM. A1*A1 =	46805				
3/4"	100,00	95,30		100,00	98,40		SUM. A1*A2 =	11533	Arena =	0,676	0,66	
3/8"	100,00	18,64		78,00	72,34		SUM. A1*A3 =	0	Ripio =	0,348	0,34	
# 4	98,93	1,29		65,00	65,73		SUM. A1*Y1 =	35636	suma =	1,024		
# 8	90,84	0,13		55,00	60,00		SUM. A2*A2 =	9431				
# 16	75,32			48,00	49,71		SUM. A2*A3 =	0				
# 30	51,16			40,00	33,76		SUM. A2*Y1 =	11075				
# 50	20,98			30,00	13,85		SUM. A3*A3 =	0				
# 100	5,92			20,00	3,91		SUM. A3*Y1 =	0				



ANEXO IV

RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS CONVENCIONALES (CC)

	Pág.
RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS CONVENCIONALES (CC)	154 – 156



ANEXO IV – RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS CONVENCIONALES (CC)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CICA (Monay)			TELF. 098995111							
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	CONCRETO CONVENCIONAL									
HOJA N° =	1	DÍAMETRO =	10,00	CM.						
		ÁREA =	78,54	CM ² .						
		VOLUMEN =	1571	CM ³ .						
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFECC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
A	CCHS250-002	01-jul-11	08-jul-11	7	3698	2354	21000	121	127	Con Viscocrete 2100 R
A	CCHS250-002	01-jul-11	08-jul-11	7	3723	2370	23000	133		
A	CCHS250-002	01-jul-11	15-jul-11	14	3685	2346	35000	202	198	
A	CCHS250-002	01-jul-11	15-jul-11	14	3688	2348	33500	194		
A	CCHS250-002	01-jul-11	29-jul-11	28	3728	2373	47000	272	270	
A	CCHS250-002	01-jul-11	29-jul-11	28	3688	2348	46500	269		
B	CCHS350-001	01-jul-11	08-jul-11	7	3671	2337	30500	176	179	Con Viscocrete 2100 R
B	CCHS350-001	01-jul-11	08-jul-11	7	3738	2380	31500	182		
B	CCHS350-001	01-jul-11	15-jul-11	14	3752	2389	53000	306	302	
B	CCHS350-001	01-jul-11	15-jul-11	14	3728	2373	51500	298		
B	CCHS350-001	01-jul-11	29-jul-11	28	3713	2364	64000	370	365	
B	CCHS350-001	01-jul-11	29-jul-11	28	3713	2364	62500	361		

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CICA (Monay)			TELF. 098995111							
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	CONCRETO CONVENCIONAL									
HOJA N° =	2	DÍAMETRO =	10,00	CM.						
		ÁREA =	78,54	CM ² .						
		VOLUMEN =	1571	CM ³ .						
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFECC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
C	CCHS250-003	05-jul-11	12-jul-11	7	3679	2342	32000	185	179	Con Viscocrete 2100
C	CCHS250-003	05-jul-11	12-jul-11	7	3695	2352	30000	173		
C	CCHS250-003	05-jul-11	19-jul-11	14	3680	2343	39500	228	225	
C	CCHS250-003	05-jul-11	19-jul-11	14	3720	2368	38500	222		
C	CCHS250-003	05-jul-11	02-ago-11	28	3697	2354	48000	277	273	
C	CCHS250-003	05-jul-11	02-ago-11	28	3700	2355	46500	269		
D	CCHS350-002	05-jul-11	12-jul-11	7	3706	2359	49000	283	279	Con Viscocrete 2100
D	CCHS350-002	05-jul-11	12-jul-11	7	3683	2345	47500	274		
D	CCHS350-002	05-jul-11	19-jul-11	14	3704	2358	58500	338	341	
D	CCHS350-002	05-jul-11	19-jul-11	14	3727	2373	59500	344		
D	CCHS350-002	05-jul-11	02-ago-11	28	3698	2354	65000	376	371	
D	CCHS350-002	05-jul-11	02-ago-11	28	3723	2370	63500	367		



ANEXO IV – RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS CONVENCIONALES (CC)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
		Lab.: Ciudadela CICA (Monay)		TELF. 098995111						
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	CONCRETO CONVENCIONAL									
HOJA N° =	3	DIÁMETRO =		10,00	CM.					
		ÁREA =		78,54	CM ² .					
		VOLUMEN =		1571	CM ³ .					
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
H	CCGS350-002	13-jul-11	20-jul-11	7	3741	2382	46000	266	261	
H	CCGS350-002	13-jul-11	20-jul-11	7	3739	2380	44500	257		
H	CCGS350-002	13-jul-11	27-jul-11	14	3742	2382	55500	320	318	
H	CCGS350-002	13-jul-11	10-ago-11	28	3751	2388	61500	355	359	
H	CCGS350-002	13-jul-11	10-ago-11	28	3769	2399	63000	364		
I	CCGS250-003	13-jul-11	20-jul-11	7	3671	2337	29000	167	169	
I	CCGS250-003	13-jul-11	20-jul-11	7	3672	2338	29500	170		
I	CCGS250-003	13-jul-11	27-jul-11	14	3687	2347	34500	199	195	
I	CCGS250-003	13-jul-11	27-jul-11	14	3683	2345	33000	191		
I	CCGS250-003	13-jul-11	10-ago-11	28	3660	2330	45000	260	263	
I	CCGS250-003	13-jul-11	10-ago-11	28	3678	2341	46000	266		

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
		Lab.: Ciudadela CICA (Monay)		TELF. 098995111						
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	CONCRETO CONVENCIONAL									
HOJA N° =	4	DIÁMETRO =		10,00	CM.					
		ÁREA =		78,54	CM ² .					
		VOLUMEN =		1571	CM ³ .					
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
L	CCHA250-001	25-ago-11	01-sep-11	7	3706	2359	31500	182	186	
L	CCHA250-001	25-ago-11	01-sep-11	7	3657	2328	33000	191		
L	CCHA250-001	25-ago-11	08-sep-11	14	3653	2326	43500	251	247	
L	CCHA250-001	25-ago-11	08-sep-11	14	3686	2347	42000	243		
L	CCHA250-001	25-ago-11	22-sep-11	28	3695	2352	47500	274	268	
L	CCHA250-001	25-ago-11	22-sep-11	28	3720	2368	46000	266		
L	CCHA250-001	25-ago-11	22-sep-11	28	3721	2369	45500	263		
M	CCHA350-001	25-ago-11	01-sep-11	7	3690	2349	45000	260	256	
M	CCHA350-001	25-ago-11	01-sep-11	7	3683	2345	43500	251		
M	CCHA350-001	25-ago-11	08-sep-11	14	3672	2338	53500	309	318	
M	CCHA350-001	25-ago-11	08-sep-11	14	3671	2337	56500	326		
M	CCHA350-001	25-ago-11	22-sep-11	28	3654	2326	64500	372	366	
M	CCHA350-001	25-ago-11	22-sep-11	28	3722	2369	63000	364		
M	CCHA350-001	25-ago-11	22-sep-11	28	3672	2338	62500	361		



ANEXO IV – RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS CONVENCIONALES (CC)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CCA (Mony) TEL.F. 09995111										
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	CONCRETO CONVENCIONAL									
HOJA N° =	5	DÍAMETRO =	10,00	CM.						
		ÁREA =	78,54	CM ² .						
		VOLUMEN =	1571	CM ³ .						
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
N	CCGA250-001	26-ago-11	02-sep-11	7	3656	2327	31500	182	185	
N	CCGA250-001	26-ago-11	02-sep-11	7	3682	2350	32500	188		
N	CCGA250-001	26-ago-11	09-sep-11	14	3687	2347	34000	196	201	
N	CCGA250-001	26-ago-11	09-sep-11	14	3655	2327	35500	205		
N	CCGA250-001	26-ago-11	23-sep-11	28	3675	2340	48000	277	273	
N	CCGA250-001	26-ago-11	23-sep-11	28	3686	2347	46500	269		
N	CCGA250-001	26-ago-11	23-sep-11	28	3666	2334	47500	274		
0	CCGA350-001	26-ago-11	02-sep-11	7	3658	2329	42500	245	251	
0	CCGA350-001	26-ago-11	02-sep-11	7	3649	2323	44500	257		
0	CCGA350-001	26-ago-11	09-sep-11	14	3637	2315	51000	294	307	
0	CCGA350-001	26-ago-11	09-sep-11	14	3631	2312	55500	320		
0	CCGA350-001	26-ago-11	23-sep-11	28	3654	2326	61000	352	361	
0	CCGA350-001	26-ago-11	23-sep-11	28	3651	2324	62500	361		
0	CCGA350-001	26-ago-11	23-sep-11	28	3644	2320	64000	370		



ANEXO V

RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

	Pág.
RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)	158 - 163



ANEXO V – RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CICA (Monay)		TELF. 089991111								
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	1									
					DÍAMETRO =	10,00	CM.			
					ÁREA =	78,54	CM2.			
					VOLUMEN =	1571	CM3.			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
AA-05	HACHS250-005	20-jul-11	27-jul-11	7	3242	2064	13500	78	74	Cilindros porosos todos
AA-05	HACHS250-005	20-jul-11	27-jul-11	7	3235	2059	12000	69		
AA-05	HACHS250-005	20-jul-11	03-ago-11	14	3292	2096	14000	81	82	
AA-05	HACHS250-005	20-jul-11	03-ago-11	14	3231	2057	14500	84		
AA-05	HACHS250-005	20-jul-11	17-ago-11	28	3301	2101	20000	115	115	
AA-05	HACHS250-005	20-jul-11	17-ago-11	28	3251	2070	20500	118		
AA-05	HACHS250-005	20-jul-11	17-ago-11	28	3410	2171	19500	113		
BB-01	HACHS350-001	20-jul-11	27-jul-11	7	3410	2171	25500	147	153	Cilindros porosos todos
BB-01	HACHS350-001	20-jul-11	27-jul-11	7	3370	2145	27500	159		
BB-01	HACHS350-001	20-jul-11	03-ago-11	14	3439	2189	33500	193	201	
BB-01	HACHS350-001	20-jul-11	03-ago-11	14	3427	2182	36000	208		
BB-01	HACHS350-001	20-jul-11	17-ago-11	28	3445	2193	41000	237	252	
BB-01	HACHS350-001	20-jul-11	17-ago-11	28	3454	2199	46500	269		
BB-01	HACHS350-001	20-jul-11	17-ago-11	28	3460	2203	43500	251		

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CICA (Monay)		TELF. 089991111								
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	2									
					DÍAMETRO =	10,00	CM.			
					ÁREA =	78,54	CM2.			
					VOLUMEN =	1571	CM3.			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
AA-06	HACHS250-006	26-jul-11	02-ago-11	7	3400	2165	14500	84	88	CILINDROS POROSOS TODOS
AA-06	HACHS250-006	26-jul-11	02-ago-11	7	3394	2161	16000	92		
AA-06	HACHS250-006	26-jul-11	09-ago-11	14	3436	2187	19000	110	113	
AA-06	HACHS250-006	26-jul-11	09-ago-11	14	3413	2173	20000	115		
AA-06	HACHS250-006	26-jul-11	23-ago-11	28	3444	2193	23500	136	137	
AA-06	HACHS250-006	26-jul-11	23-ago-11	28	3427	2182	21000	121		
AA-06	HACHS250-006	26-jul-11	23-ago-11	28	3436	2187	26500	153		
BB-02	HACHS350-002	26-jul-11	02-ago-11	7	3314	2110	19500	113	108	CILINDROS POROSOS TODOS
BB-02	HACHS350-002	26-jul-11	02-ago-11	7	3281	2089	18000	104		
BB-02	HACHS350-002	26-jul-11	09-ago-11	14	3286	2092	23500	136	133	
BB-02	HACHS350-002	26-jul-11	09-ago-11	14	3279	2087	22500	130		
BB-02	HACHS350-002	26-jul-11	23-ago-11	28	3276	2086	29000	167	172	
BB-02	HACHS350-002	26-jul-11	23-ago-11	28	3332	2121	30500	176		
BB-02	HACHS350-002	26-jul-11	23-ago-11	28	3284	2091	30000	173		



ANEXO V – RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
		Lab.: Ciudadela CICA (Monay)		TELF. 09899111						
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	3									
				DÍAMETRO =	10,00	CM.				
				ÁREA =	78,54	CM2.				
				VOLUMEN =	1571	CM3.				
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm2	OBSERVACIONES
AA-07	HACHS250-007	08-ago-11	15-ago-11	7	2995	1907	9000	52	51	Cilindros porosos
AA-07	HACHS250-007	08-ago-11	15-ago-11	7	3006	1914	8500	49		
AA-07	HACHS250-007	08-ago-11	22-ago-11	14	3010	1916	13500	78	81	
AA-07	HACHS250-007	08-ago-11	22-ago-11	14	3060	1948	14500	84		
AA-07	HACHS250-007	08-ago-11	05-sep-11	28	3043	1937	20000	115	114	
AA-07	HACHS250-007	08-ago-11	05-sep-11	28	3128	1991	19000	110		
AA-07	HACHS250-007	08-ago-11	05-sep-11	28	3032	1930	20000	115		
BB-03	HACHS350-003	08-ago-11	15-ago-11	7	3081	1961	17000	98	100	Cilindros porosos
BB-03	HACHS350-003	08-ago-11	15-ago-11	7	3036	1933	17500	101		
BB-03	HACHS350-003	08-ago-11	22-ago-11	14	3039	1935	24000	139	136	
BB-03	HACHS350-003	08-ago-11	22-ago-11	14	3007	1914	23000	133		
BB-03	HACHS350-003	08-ago-11	05-sep-11	28	3028	1928	26500	153	151	
BB-03	HACHS350-003	08-ago-11	05-sep-11	28	3083	1963	27000	156		
BB-03	HACHS350-003	08-ago-11	05-sep-11	28	2987	1902	25000	144		

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
		Lab.: Ciudadela CICA (Monay)		TELF. 09899111						
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	4									
				DÍAMETRO =	10,00	CM.				
				ÁREA =	78,54	CM2.				
				VOLUMEN =	1571	CM3.				
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm2	OBSERVACIONES
HH-02	HACGS350-002	09-ago-11	16-ago-11	7	3076	1958	10000	58	52	
HH-02	HACGS350-002	09-ago-11	16-ago-11	7	3121	1987	8000	46		
HH-02	HACGS350-002	09-ago-11	23-ago-11	14	3092	1968	18500	107	104	
HH-02	HACGS350-002	09-ago-11	23-ago-11	14	3099	1973	17500	101		
HH-02	HACGS350-002	09-ago-11	06-sep-11	28	3120	1986	23500	136	137	
HH-02	HACGS350-002	09-ago-11	06-sep-11	28	3144	2002	24000	139		
HH-02	HACGS350-002	09-ago-11	06-sep-11	28	3112	1981	23500	136		
I-04	HACGS250-004	09-ago-11	16-ago-11	7	3015	1919	7000	40	42	
I-04	HACGS250-004	09-ago-11	16-ago-11	7	3103	1975	7500	43		
I-04	HACGS250-004	09-ago-11	23-ago-11	14	3095	1970	12500	72	68	
I-04	HACGS250-004	09-ago-11	23-ago-11	14	3016	1920	11000	64		
I-04	HACGS250-004	09-ago-11	06-sep-11	28	3090	1967	15000	87	95	
I-04	HACGS250-004	09-ago-11	06-sep-11	28	3103	1975	17000	98		
I-04	HACGS250-004	09-ago-11	06-sep-11	28	3050	1942	17500	101		



ANEXO V – RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CICA (Monay)		TELF. 08995111								
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	5									
					DÍAMETRO =	10,00	CM.			
					ÁREA =	78,54	CM ² .			
					VOLUMEN =	1571	CM ³ .			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
HH-03	HACGS350-003	10-ago-11	17-ago-11	7	3466	2207	19500	113	117	Con microsilica
HH-03	HACGS350-003	10-ago-11	17-ago-11	7	3440	2190	21000	121		
HH-03	HACGS350-003	10-ago-11	24-ago-11	14	3491	2222	26500	153	159	
HH-03	HACGS350-003	10-ago-11	24-ago-11	14	3518	2240	28500	165		
HH-03	HACGS350-003	10-ago-11	07-sep-11	28	3505	2231	35000	202	205	
HH-03	HACGS350-003	10-ago-11	07-sep-11	28	3470	2209	36500	211		
HH-03	HACGS350-003	10-ago-11	07-sep-11	28	3469	2208	35000	202		
II-05	HACGS250-005	10-ago-11	17-ago-11	7	3516	2238	17000	98	101	Con microsilica
II-05	HACGS250-005	10-ago-11	17-ago-11	7	3494	2224	18000	104		
II-05	HACGS250-005	10-ago-11	24-ago-11	14	3454	2199	25000	144	144	
II-05	HACGS250-005	10-ago-11	24-ago-11	14	3509	2234	25000	144		
II-05	HACGS250-005	10-ago-11	07-sep-11	28	3505	2231	31500	182	190	
II-05	HACGS250-005	10-ago-11	07-sep-11	28	3501	2229	34500	199		
II-05	HACGS250-005	10-ago-11	07-sep-11	28	3531	2248	32500	188		

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CICA (Monay)		TELF. 08995111								
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	6									
					DÍAMETRO =	10,00	CM.			
					ÁREA =	78,54	CM ² .			
					VOLUMEN =	1571	CM ³ .			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
BB-04	HACHS350-004	16-ago-11	23-ago-11	7	3558	2265	46000	266	270	Con microsilica
BB-04	HACHS350-004	16-ago-11	23-ago-11	7	3536	2251	47500	274		
BB-04	HACHS350-004	16-ago-11	30-ago-11	14	3528	2246	54000	312	309	
BB-04	HACHS350-004	16-ago-11	30-ago-11	14	3539	2253	53000	306		
BB-04	HACHS350-004	16-ago-11	13-sep-11	28	3517	2239	66500	384	376	
BB-04	HACHS350-004	16-ago-11	13-sep-11	28	3540	2254	64000	370		
BB-04	HACHS350-004	16-ago-11	13-sep-11	28	3522	2242	65000	375		
AA-08	HACHS250-008	01-sep-11	08-sep-11	7	3522	2242	25000	144	146	Con microsilica
AA-08	HACHS250-008	01-sep-11	08-sep-11	7	3478	2214	25500	147		
AA-08	HACHS250-008	01-sep-11	15-sep-11	14	3519	2240	34500	199	204	
AA-08	HACHS250-008	01-sep-11	15-sep-11	14	3527	2245	36000	208		
AA-08	HACHS250-008	01-sep-11	29-sep-11	28	3517	2239	46000	266	261	
AA-08	HACHS250-008	01-sep-11	29-sep-11	28	3482	2217	45000	260		
AA-08	HACHS250-008	01-sep-11	29-sep-11	28	3522	2242	44500	257		



ANEXO V – RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CCA (Moray) TELF. 989895111										
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	7									
					DIÁMETRO =	10,00	CM.			
					ÁREA =	78,54	CM ² .			
					VOLUMEN =	1571	CM ³ .			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
LL-03	HACHA250-003	05-sep-11	12-sep-11	7	3534	2250	33500	193	199	
LL-03	HACHA250-003	05-sep-11	12-sep-11	7	3551	2261	35500	205		
LL-03	HACHA250-003	05-sep-11	19-sep-11	14	3544	2256	38000	219	224	
LL-03	HACHA250-003	05-sep-11	19-sep-11	14	3577	2277	39500	228		
LL-03	HACHA250-003	05-sep-11	03-oct-11	28	3578	2278	47500	274	268	
LL-03	HACHA250-003	05-sep-11	03-oct-11	28	3584	2282	46000	266		
LL-03	HACHA250-003	05-sep-11	03-oct-11	28	3548	2259	45500	263		
MM-02	HACHA350-002	05-sep-11	12-sep-11	7	3564	2269	47000	271	267	
MM-02	HACHA350-002	05-sep-11	12-sep-11	7	3581	2280	45500	263		
MM-02	HACHA350-002	05-sep-11	19-sep-11	14	3581	2280	52500	303	312	
MM-02	HACHA350-002	05-sep-11	19-sep-11	14	3602	2293	55500	320		
MM-02	HACHA350-002	05-sep-11	03-oct-11	28	3587	2284	64000	370	372	
MM-02	HACHA350-002	05-sep-11	03-oct-11	28	3573	2275	66000	381		
MM-02	HACHA350-002	05-sep-11	03-oct-11	28	3596	2289	63500	367		

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CCA (Moray) TELF. 989895111										
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	8									
					DIÁMETRO =	10,00	CM.			
					ÁREA =	78,54	CM ² .			
					VOLUMEN =	1571	CM ³ .			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFEC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
NN-01	HACGA250-001	06-sep-11	13-sep-11	7	3554	2263	33000	191	186	
NN-01	HACGA250-001	06-sep-11	13-sep-11	7	3550	2260	31500	182		
NN-01	HACGA250-001	06-sep-11	20-sep-11	14	3557	2264	37500	217	221	
NN-01	HACGA250-001	06-sep-11	20-sep-11	14	3542	2255	39000	225		
NN-01	HACGA250-001	06-sep-11	04-oct-11	28	3544	2256	46000	266	271	
NN-01	HACGA250-001	06-sep-11	04-oct-11	28	3555	2263	47500	274		
NN-01	HACGA250-001	06-sep-11	04-oct-11	28	3512	2236	47500	274		
OO-01	HACGA350-001	06-sep-11	13-sep-11	7	3555	2263	48000	277	284	
OO-01	HACGA350-001	06-sep-11	13-sep-11	7	3553	2262	50500	292		
OO-01	HACGA350-001	06-sep-11	20-sep-11	14	3583	2281	57500	332	325	
OO-01	HACGA350-001	06-sep-11	20-sep-11	14	3618	2303	55000	318		
OO-01	HACGA350-001	06-sep-11	04-oct-11	28	3571	2273	60500	349	358	
OO-01	HACGA350-001	06-sep-11	04-oct-11	28	3562	2268	64000	370		
OO-01	HACGA350-001	06-sep-11	04-oct-11	28	3575	2276	61500	355		



ANEXO V – RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CICA (Monay) TEL.F. 098991111										
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	9									
					DÍAMETRO =	10.00	CM.			
					ÁREA =	78.54	CM ² .			
					VOLUMEN =	1571	CM ³ .			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFECC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
I#06	HACGS250-006	10-sep-11	17-sep-11	7	3572	2274	30500	176	173	
I#06	HACGS250-006	10-sep-11	17-sep-11	7	3560	2266	29500	170		
I#06	HACGS250-006	10-sep-11	24-sep-11	14	3573	2275	37000	214	222	
I#06	HACGS250-006	10-sep-11	24-sep-11	14	3625	2308	40000	231		
I#06	HACGS250-006	10-sep-11	08-oct-11	28	3585	2282	44500	257	266	
I#06	HACGS250-006	10-sep-11	08-oct-11	28	3576	2277	47500	274		
I#06	HACGS250-006	10-sep-11	08-oct-11	28	3571	2273	46000	266		
HH-04	HACGS350-004	10-sep-11	17-sep-11	7	3582	2280	37500	217	214	
HH-04	HACGS350-004	10-sep-11	17-sep-11	7	3611	2299	36500	211		
HH-04	HACGS350-004	10-sep-11	24-sep-11	14	3592	2287	46000	266	270	
HH-04	HACGS350-004	10-sep-11	24-sep-11	14	3604	2294	47500	274		
HH-04	HACGS350-004	10-sep-11	08-oct-11	28	3634	2313	60500	349	357	
HH-04	HACGS350-004	10-sep-11	08-oct-11	28	3641	2318	63000	364		
HH-04	HACGS350-004	10-sep-11	08-oct-11	28	3628	2310	62000	358		

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela CICA (Monay) TEL.F. 098991111										
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	10									
					DÍAMETRO =	10.00	CM.			
					ÁREA =	78.54	CM ² .			
					VOLUMEN =	1571	CM ³ .			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFECC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
LL-04	HACHA250-004	15-sep-11	22-sep-11	7	3543	2256	32500	188	191	
LL-04	HACHA250-004	15-sep-11	22-sep-11	7	3596	2289	33500	193		
LL-04	HACHA250-004	15-sep-11	29-sep-11	14	3585	2282	35000	202	206	
LL-04	HACHA250-004	15-sep-11	29-sep-11	14	3584	2282	36500	211		
LL-04	HACHA250-004	15-sep-11	13-oct-11	28	3610	2298	48500	280	274	
LL-04	HACHA250-004	15-sep-11	13-oct-11	28	3602	2293	46000	266		
LL-04	HACHA250-004	15-sep-11	13-oct-11	28	3611	2299	48000	277		
MM-03	HACHA350-003	15-sep-11	22-sep-11	7	3578	2278	45500	263	260	
MM-03	HACHA350-003	15-sep-11	22-sep-11	7	3595	2289	44500	257		
MM-03	HACHA350-003	15-sep-11	29-sep-11	14	3582	2280	55000	318	315	
MM-03	HACHA350-003	15-sep-11	29-sep-11	14	3587	2284	54000	312		
MM-03	HACHA350-003	15-sep-11	13-oct-11	28	3601	2292	65500	378	377	
MM-03	HACHA350-003	15-sep-11	13-oct-11	28	3628	2310	64000	370		
MM-03	HACHA350-003	15-sep-11	13-oct-11	28	3582	2280	66500	384		



ANEXO V – RESULTADO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES (HAC)

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela OCA (Monay) TELF. 098995111										
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	11									
					DIÁMETRO =	10,00	CM.			
					ÁREA =	78,54	CM ² .			
					VOLUMEN =	1571	CM ³ .			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFECC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
NN-02	HACGA250-002	27-sep-11	04-oct-11	7	3598	2291	30500	176	182	
NN-02	HACGA250-002	27-sep-11	04-oct-11	7	3629	2310	32500	188		
NN-02	HACGA250-002	27-sep-11	11-oct-11	14	3612	2299	38000	219	230	
NN-02	HACGA250-002	27-sep-11	11-oct-11	14	3616	2302	41500	240		
NN-02	HACGA250-002	27-sep-11	25-oct-11	28	3624	2307	46000	266	257	
NN-02	HACGA250-002	27-sep-11	25-oct-11	28	3619	2304	43500	251		
NN-02	HACGA250-002	27-sep-11	25-oct-11	28	3612	2299	44000	254		
OO-02	HACGA350-002	27-sep-11	04-oct-11	7	3652	2325	49000	283	286	
OO-02	HACGA350-002	27-sep-11	04-oct-11	7	3619	2304	50000	289		
OO-02	HACGA350-002	27-sep-11	11-oct-11	14	3626	2308	56500	326	336	
OO-02	HACGA350-002	27-sep-11	11-oct-11	14	3598	2291	60000	346		
OO-02	HACGA350-002	27-sep-11	25-oct-11	28	3638	2316	66000	381	379	
OO-02	HACGA350-002	27-sep-11	25-oct-11	28	3620	2305	63000	364		
OO-02	HACGA350-002	27-sep-11	25-oct-11	28	3641	2318	68000	393		

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS										
"CC"										
Lab.: Ciudadela OCA (Monay) TELF. 098995111										
ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO										
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE									
ESTUDIANTE:	IVÁN CAÑIZARES									
TIPO:	HAC									
HOJA N° =	12									
					DIÁMETRO =	10,00	CM.			
					ÁREA =	78,54	CM ² .			
					VOLUMEN =	1571	CM ³ .			
NOMENCL.	MEZCLA	FECHA CONFECC.	FECHA ROTURA	EDAD días	PESO gr.	DENSIDAD Kg/m ³	C. ROTURA Lb.	F. ROTURA Kg/cm ²	F.ROT. PROM. Kg/cm ²	OBSERVACIONES
NN-03	HACGA250-003	29-sep-11	06-oct-11	7	3597	2290	34000	196	192	
NN-03	HACGA250-003	29-sep-11	06-oct-11	7	3615	2301	32500	188		
NN-03	HACGA250-003	29-sep-11	13-oct-11	14	3613	2300	39500	228	234	
NN-03	HACGA250-003	29-sep-11	13-oct-11	14	3616	2302	41500	240		
NN-03	HACGA250-003	29-sep-11	27-oct-11	28	3627	2309	46500	263	260	
NN-03	HACGA250-003	29-sep-11	27-oct-11	28	3630	2311	46500	269		
NN-03	HACGA250-003	29-sep-11	27-oct-11	28	3625	2308	43000	248		
OO-03	HACGA350-003	29-sep-11	06-oct-11	7	3625	2308	45000	260	261	
OO-03	HACGA350-003	29-sep-11	06-oct-11	7	3611	2299	46500	263		
OO-03	HACGA350-003	29-sep-11	13-oct-11	14	3622	2306	53500	309	302	
OO-03	HACGA350-003	29-sep-11	13-oct-11	14	3663	2332	51000	294		
OO-03	HACGA350-003	29-sep-11	27-oct-11	28	3637	2315	66500	384	374	
OO-03	HACGA350-003	29-sep-11	27-oct-11	28	3639	2317	63000	364		
OO-03	HACGA350-003	29-sep-11	27-oct-11	28	3633	2313	65000	375		



ANEXO VI

RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON

	Pág.
RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON	165 - 172



CONCRETO CONVENCIONAL:

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:		HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE			
TIPO CONCRETO:		CONCRETO CONVENCIONAL			
MEZCLA:		B (CCHS350-001)			
FECHA ENSAYO:		17/01/2012			
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =		153			
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =		183,85			
LONGITUD (MM) = L0 =		203			
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	2000	0	0,00	5	11
20	3930	1	0,65	10	21
30	5430	3	1,96	15	30
40	7150	5	3,27	20	39
60	10130	7	4,58	30	55
80	13300	9	5,88	39	72
100	16150	12	7,84	49	88
120	18530	15	9,80	59	101
140	21420	18	11,76	69	117
160	24110	21	13,73	79	131
180	26550	24	15,69	89	144
200	29140	27	17,65	99	158
220	31920	30	19,61	108	174
240	34000	33	21,57	118	185
260	36680	37	24,18	128	200
280	38950	40	26,14	138	212
300	40970	44	28,76	148	223
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =		65020			
ESFUERZO (KG/CM2) =		354			
CARGA S2 (kg/cm2) =		CARGA S1 (kg/cm2) =		11	
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =		DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =		5	
MÓD. ELAS. =		159157 KG/CM2			
ET2 =		15,31			
ET1 =		0,00			
REL. POISSON =		0,187			

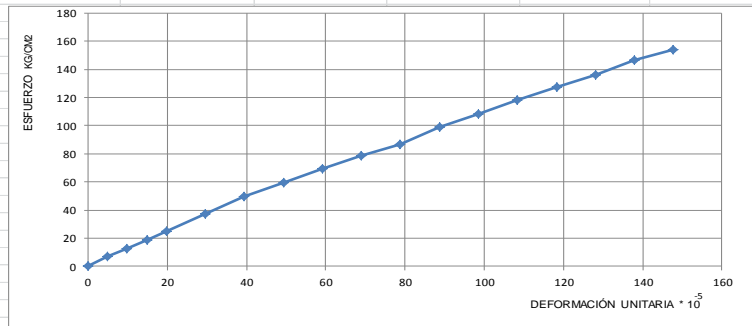
MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:		HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE			
TIPO CONCRETO:		CONCRETO CONVENCIONAL			
MEZCLA:		B (CCHS350-001)			
FECHA ENSAYO:		17/01/2012			
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =		153			
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =		183,85			
LONGITUD (MM) = L0 =		203			
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1950	0	0,00	5	11
20	4100	2	1,31	10	22
30	5700	3	1,96	15	31
40	7100	5	3,27	20	39
60	10430	7	4,58	30	57
80	13600	9	5,88	39	74
100	16480	12	7,84	49	90
120	19250	15	9,80	59	105
140	22150	18	11,76	69	120
160	25130	21	13,73	79	137
180	28000	24	15,69	89	152
200	30490	27	17,65	99	166
220	32820	30	19,61	108	179
240	35130	33	21,57	118	191
260	37520	36	23,53	128	204
280	39850	39	25,49	138	217
300	41650	43	28,10	148	227
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =		66388			
ESFUERZO (KG/CM2) =		361			
CARGA S2 (kg/cm2) =		CARGA S1 (kg/cm2) =		11	
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =		DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =		5	
MÓD. ELAS. =		169497 KG/CM2			
ET2 =		14,70			
ET1 =		0,00			
REL. POISSON =		0,186			



ANEXO VI – RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	CONCRETO CONVENCIONAL				
MEZCLA:	I (CCGS250-003)				
FECHA ENSAYO:	17/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
AREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1250	0	0,00	5	7
20	2360	1	0,65	10	13
30	3470	2	1,31	15	19
40	4580	3	1,96	20	25
60	6880	6	3,92	30	37
80	9110	9	5,88	39	50
100	10980	12	7,84	49	60
120	12700	15	9,80	59	69
140	14410	18	11,76	69	78
160	15940	20	13,07	79	87
180	18230	23	15,03	89	99
200	19890	27	17,65	99	108
220	21670	30	19,61	108	118
240	23380	33	21,57	118	127
260	25020	36	23,53	128	136
280	26950	40	26,14	138	147
300	28340	43	28,10	148	154

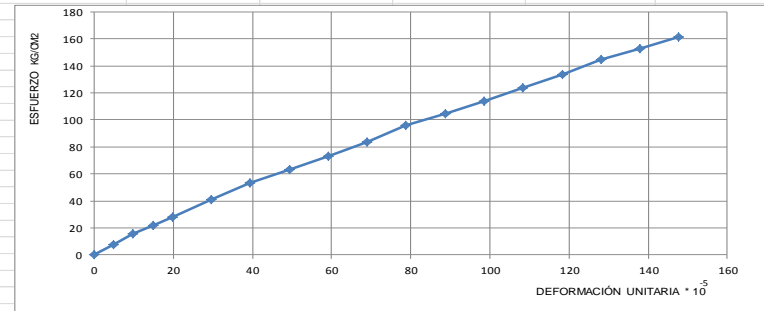
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



CARGA MÁXIMA (KG) =	52645	
ESFUERZO (KG/CM2) =	286	
CARGA S2 (kg/cm2) =	CARGA S1 (kg/cm2) =	7
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5
MÓD. ELAS. =	107415	KG/CM2
ET2 =	19,02	
ET1 =	0,00	
REL. POISSON =	0,190	

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	CONCRETO CONVENCIONAL				
MEZCLA:	I (CCGS250-003)				
FECHA ENSAYO:	17/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
AREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1410	0	0,00	5	8
20	2870	1	0,65	10	16
30	4040	2	1,31	15	22
40	5170	4	2,61	20	28
60	7560	7	4,58	30	41
80	9800	10	6,54	39	53
100	11670	12	7,84	49	63
120	13460	15	9,80	59	73
140	15400	18	11,76	69	84
160	17580	21	13,73	79	96
180	19210	24	15,69	89	104
200	20980	27	17,65	99	114
220	22690	30	19,61	108	123
240	24510	33	21,57	118	133
260	26590	36	23,53	128	145
280	28100	39	25,49	138	153
300	29710	43	28,10	148	162

CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



CARGA MÁXIMA (KG) =	49236	
ESFUERZO (KG/CM2) =	268	
CARGA S2 (kg/cm2) =	CARGA S1 (kg/cm2) =	8
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5
MÓD. ELAS. =	114153	KG/CM2
ET2 =	16,30	
ET1 =	0,00	
REL. POISSON =	0,187	



ANEXO VI – RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	CONCRETO CONVENCIONAL				
MEZCLA:	L (CCHA250-001)				
FECHA ENSAYO:	17/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1400	0	0,00	5	8
20	2640	1	0,65	10	14
30	4020	4	2,61	15	22
40	5120	6	3,92	20	28
60	7300	9	5,88	30	40
80	9350	12	7,84	39	51
100	11260	14	9,15	49	61
120	12950	17	11,11	59	70
140	14680	19	12,42	69	80
160	16370	22	14,38	79	89
180	17980	24	15,69	89	98
200	19670	27	17,65	99	107
220	21290	30	19,61	108	116
240	22920	34	22,22	118	125
260	24650	37	24,18	128	134
280	26260	40	26,14	138	143
300	27680	44	28,76	148	151
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =	50167				
ESFUERZO (KG/CM2) =	273				
CARGA S2 (kg/cm2) =	109	CARGA S1 (kg/cm2) =	8		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	101	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =	105761	KG/CM2			
ET2 =	18,09				
ET1 =	0,00				
REL. POISSON =	0,188				

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	CONCRETO CONVENCIONAL				
MEZCLA:	L (CCHA250-001)				
FECHA ENSAYO:	17/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1500	0	0,00	5	8
20	2890	0	0,00	10	16
30	4260	1	0,65	15	23
40	5820	2	1,31	20	32
60	8820	6	3,92	30	48
80	11410	9	5,88	39	62
100	13920	12	7,84	49	76
120	15890	16	10,46	59	86
140	17910	19	12,42	69	97
160	20120	22	14,38	79	109
180	22130	26	16,99	89	120
200	24340	30	19,61	99	132
220	26200	35	22,88	108	143
240	28390	40	26,14	118	154
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =	49541				
ESFUERZO (KG/CM2) =	269				
CARGA S2 (kg/cm2) =	108	CARGA S1 (kg/cm2) =	8		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	78	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =	136160	KG/CM2			
ET2 =	14,22				
ET1 =	0,00				
REL. POISSON =	0,194				



ANEXO VI – RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	CONCRETO CONVENCIONAL				
MEZCLA:	O (CCGA350-001)				
FECHA ENSAYO:	17/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1500	0	0,00	5	8
20	3000	1	0,65	10	16
30	4450	3	1,96	15	24
40	5730	5	3,27	20	31
60	8780	7	4,58	30	48
80	11520	9	5,88	39	63
100	13980	12	7,84	49	76
120	16220	15	9,80	59	88
140	18600	18	11,76	69	101
160	21000	21	13,73	79	114
180	23480	24	15,69	89	128
200	25700	27	17,65	99	140
220	28080	30	19,61	108	153
240	30680	34	22,22	118	167
260	33100	37	24,18	128	180
280	35730	41	26,80	138	194
300	37570	44	28,76	148	204
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =	65300				
ESFUERZO (KG/CM2) =	355				
CARGA S2 (kg/cm2) =	142	CARGA S1 (kg/cm2) =	8		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	100	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =	140320	KG/CM2			
ET2 =	17,96				
ET1 =	0,00				
REL. POISSON =	0,188				

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	CONCRETO CONVENCIONAL				
MEZCLA:	O (CCGA350-001)				
FECHA ENSAYO:	17/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1800	0	0,00	5	10
20	3420	1	0,65	10	19
30	4580	2	1,31	15	25
40	5920	3	1,96	20	32
60	8360	6	3,92	30	45
80	11130	9	5,88	39	61
100	13700	11	7,19	49	75
120	16350	15	9,80	59	89
140	18840	18	11,76	69	102
160	21330	21	13,73	79	116
180	23750	24	15,69	89	129
200	25860	26	16,99	99	141
220	27850	29	18,95	108	151
240	30000	32	20,92	118	163
260	32280	36	23,53	128	176
280	34450	40	26,14	138	187
300	36840	43	28,10	148	200
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =	66975				
ESFUERZO (KG/CM2) =	364				
CARGA S2 (kg/cm2) =	146	CARGA S1 (kg/cm2) =	10		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	103	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =	138411	KG/CM2			
ET2 =	17,91				
ET1 =	0,00				
REL. POISSON =	0,182				



HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE:

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:		HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE			
TIPO CONCRETO:		HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE			
MEZCLA:		BB (HACHS350-001)			
FECHA ENSAYO:		20/01/2012			
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =		153			
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =		183,85			
LONGITUD (MM) = L0 =		203			
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1650	0	0,00	5	9
20	2670	1	0,65	10	15
30	4000	3	1,96	15	22
40	5350	5	3,27	20	29
60	7600	8	5,23	30	41
80	9520	11	7,19	39	52
100	11660	14	9,15	49	63
120	13680	17	11,11	59	74
140	15650	19	12,42	69	85
160	17520	22	14,38	79	95
180	19500	25	16,34	89	106
200	21270	28	18,30	99	116
220	22870	31	20,26	108	124
240	24370	33	21,57	118	133
260	25750	36	23,53	128	140
280	27200	38	24,84	138	148
300	28350	41	26,80	148	154
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =		59250			
ESFUERZO (KG/CM2) =		322			
CARGA S2 (kg/cm2) =	129	CARGA S1 (kg/cm2) =	9		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	113	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =		110585 KG/CM2			
ET2 =	21,57				
ET1 =	0,00				
REL. POISSON =		0,199			

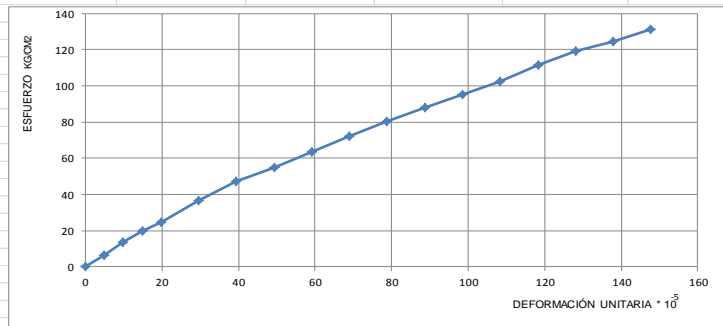
MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:		HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE			
TIPO CONCRETO:		HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE			
MEZCLA:		BB (HACHS350-001)			
FECHA ENSAYO:		20/01/2012			
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =		153			
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =		183,85			
LONGITUD (MM) = L0 =		203			
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1500	0	0,00	5	8
20	2750	1	0,65	10	15
30	3930	2	1,31	15	21
40	5210	3	1,96	20	28
60	7510	6	3,92	30	41
80	9370	9	5,88	39	51
100	11650	12	7,84	49	63
120	13550	16	10,46	59	74
140	15600	19	12,42	69	85
160	17480	22	14,38	79	95
180	19430	25	16,34	89	106
200	21070	29	18,95	99	115
220	22800	32	20,92	108	124
240	24270	35	22,88	118	132
260	25600	39	25,49	128	139
280	26850	42	27,45	138	146
300	28100	46	30,07	148	153
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =		57635			
ESFUERZO (KG/CM2) =		313			
CARGA S2 (kg/cm2) =	125	CARGA S1 (kg/cm2) =	8		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	110	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =		111970 KG/CM2			
ET2 =	21,26				
ET1 =	0,00				
REL. POISSON =		0,203			



ANEXO VI – RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
MEZCLA:	II (HACGS250-006)				
FECHA ENSAYO:	20/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1220	1	0,65	5	7
20	2500	2	1,31	10	14
30	3650	3	1,96	15	20
40	4570	5	3,27	20	25
60	6720	8	5,23	30	37
80	8710	10	6,54	39	47
100	10140	13	8,50	49	55
120	11720	15	9,80	59	64
140	13300	18	11,76	69	72
160	14780	21	13,73	79	80
180	16200	24	15,69	89	88
200	17510	27	17,65	99	95
220	18850	30	19,61	108	103
240	20550	34	22,22	118	112
260	21900	37	24,18	128	119
280	22900	41	26,80	138	125
300	24100	44	28,76	148	131

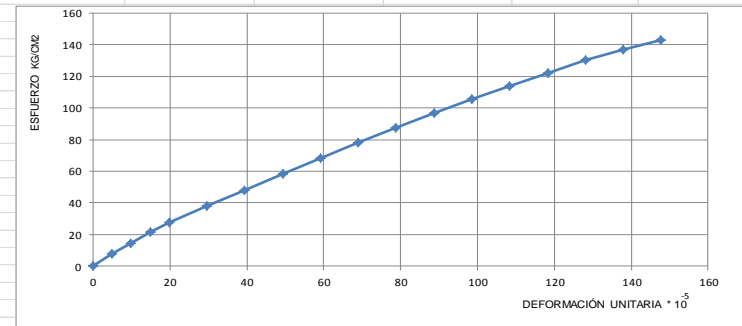
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



CARGA MÁXIMA (KG) =	46888		
ESFUERZO (KG/CM2) =	255		
CARGA S2 (kg/cm2) =	102	CARGA S1 (kg/cm2) =	7
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	107	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5
MÓD. ELAS. =	93608	KG/CM2	
ET2 =	22,64		
ET1 =	0,65		
REL. POISSON =	0,216		

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
MEZCLA:	II (HACGS250-006)				
FECHA ENSAYO:	20/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
ÁREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1450	1	0,65	5	8
20	2680	2	1,31	10	15
30	4020	3	1,96	15	22
40	5130	5	3,27	20	28
60	6950	8	5,23	30	38
80	8830	10	6,54	39	48
100	10720	13	8,50	49	58
120	12550	16	10,46	59	68
140	14340	19	12,42	69	78
160	16060	23	15,03	79	87
180	17820	26	16,99	89	97
200	19450	29	18,95	99	106
220	20970	32	20,92	108	114
240	22440	35	22,88	118	122
260	23930	38	24,84	128	130
280	25130	42	27,45	138	137
300	26240	45	29,41	148	143

CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



CARGA MÁXIMA (KG) =	48375		
ESFUERZO (KG/CM2) =	263		
CARGA S2 (kg/cm2) =	105	CARGA S1 (kg/cm2) =	8
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	98	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5
MÓD. ELAS. =	104505	KG/CM2	
ET2 =	18,79		
ET1 =	0,65		
REL. POISSON =	0,195		



ANEXO VI – RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
MEZCLA:	LL (HACHA250-003)				
FECHA ENSAYO:	20/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
AREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1100	1	0,65	5	6
20	2000	3	1,96	10	11
30	2820	4	2,61	15	15
40	3610	6	3,92	20	20
60	5250	9	5,88	30	29
80	6670	12	7,84	39	36
100	8240	15	9,80	49	45
120	9670	18	11,76	59	53
140	11120	21	13,73	69	60
160	12800	24	15,69	79	70
180	14210	27	17,65	89	77
200	15600	30	19,61	99	85
220	16820	33	21,57	108	91
240	17870	35	22,88	118	97
260	18950	38	24,84	128	103
280	20050	41	26,80	138	109
300	21140	44	28,76	148	115
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =	45881				
ESFUERZO (KG/CM2) =	250				
CARGA S2 (kg/cm2) =	100	CARGA S1 (kg/cm2) =	6		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	123	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =		79725	KG/CM2		
ET2 =	23,80				
ET1 =	0,65				
REL. POISSON =		0,197			

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
MEZCLA:	LL (HACHA250-003)				
FECHA ENSAYO:	20/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
AREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1000	0	0,00	5	5
20	1990	1	0,65	10	11
30	2840	3	1,96	15	15
40	3700	5	3,27	20	20
60	5580	9	5,88	30	30
80	7340	12	7,84	39	40
100	8860	15	9,80	49	48
120	10230	18	11,76	59	56
140	11580	21	13,73	69	63
160	13070	24	15,69	79	71
180	14420	27	17,65	89	78
200	15860	30	19,61	99	86
220	17090	33	21,57	108	93
240	18210	36	23,53	118	99
260	19580	39	25,49	128	106
280	20780	43	28,10	138	113
300	21890	46	30,07	148	119
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =	45707				
ESFUERZO (KG/CM2) =	249				
CARGA S2 (kg/cm2) =	99	CARGA S1 (kg/cm2) =	5		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	118	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =		83188	KG/CM2		
ET2 =	23,53				
ET1 =	0,00				
REL. POISSON =		0,208			



ANEXO VI – RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
MEZCLA:	OO (HACGA350-001)1				
FECHA ENSAYO:	20/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
AREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1250	0	0,00	5	7
20	2400	1	0,65	10	13
30	3350	4	2,61	15	18
40	4660	5	3,27	20	25
60	6670	8	5,23	30	36
80	8500	12	7,84	39	46
100	10230	14	9,15	49	56
120	11900	17	11,11	59	65
140	13420	19	12,42	69	73
160	15350	23	15,03	79	83
180	16670	26	16,99	89	91
200	18000	28	18,30	99	98
220	19280	31	20,26	108	105
240	20670	33	21,57	118	112
260	22120	36	23,53	128	120
280	23650	39	25,49	138	129
300	24870	41	26,80	148	135
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =	42723				
ESFUERZO (KG/CM2) =	232				
CARGA S2 (kg/cm2) =	93	CARGA S1 (kg/cm2) =	7		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	92	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =	99269	KG/CM2			
ET2 =	17,36				
ET1 =	0,00				
REL. POISSON =	0,200				

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON					
TESIS:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
TIPO CONCRETO:	HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE				
MEZCLA:	OO (HACGA350-001)2				
FECHA ENSAYO:	20/01/2012				
DIÁMETRO DE LA PROBETA (MM) =	153				
AREA TRANSVERSAL (CM2) =	183,85				
LONGITUD (MM) = L0 =	203				
DEF. LONG. * 0,001 MM	CARGA KG	DEF. TRANSV. * 0,001 MM	DEF. UNIT. TRANSV. * 10 ⁻⁵	DEF. UNIT. LONG. * 10 ⁻⁵	RESISTENCIA KG/CM2
0	0	0	0	0	0
10	1450	2	1,31	5	8
20	2500	4	2,61	10	14
30	3780	6	3,92	15	21
40	4800	8	5,23	20	26
60	6410	10	6,54	30	35
80	8120	13	8,50	39	44
100	9890	16	10,46	49	54
120	11520	19	12,42	59	63
140	13230	22	14,38	69	72
160	15050	25	16,34	79	82
180	16520	28	18,30	89	90
200	18100	30	19,61	99	98
220	19520	33	21,57	108	106
240	20750	38	24,84	118	113
260	22210	41	26,80	128	121
280	23620	44	28,76	138	128
300	25000	47	30,72	148	136
CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN					
CARGA MÁXIMA (KG) =	44535				
ESFUERZO (KG/CM2) =	242				
CARGA S2 (kg/cm2) =	97	CARGA S1 (kg/cm2) =	8		
DEF. EN S2 (* 10 ⁻⁵) =	98	DEF. EN S1 (* 10 ⁻⁵) =	5		
MÓD. ELAS. =	96102	KG/CM2			
ET2 =	19,43				
ET1 =	1,31				
REL. POISSON =	0,196				



ANEXO VII

COSTOS

	Pág.
ANÁLISIS DE COSTOS	174
COSTO CC 250-350	175 – 176
COSTO HAC 250-350	177 – 178
COSTO MURO CC 250-350	179 – 180
COSTO MURO HAC 250-350	181 – 182



ANÁLISIS DE COSTOS

	COSTO \$/m³
HORMIGÓN CONVENCIONAL, F'c = 250 kg/cm ² =	104,75
HORMIGÓN CONVENCIONAL, F'c = 350 kg/cm ² =	113,06
HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE, F'c = 250 kg/cm ² =	152,32
HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE, F'c = 350 kg/cm ² =	175,99
HORMIGONADO MURO (CC), F'c = 250 kg/cm ² =	173,07
HORMIGONADO MURO (CC), F'c = 350 kg/cm ² =	181,38
HORMIGONADO MURO (HAC), F'c = 250 kg/cm ² =	211,55
HORMIGONADO MURO (HAC), F'c = 350 kg/cm ² =	235,22
% de costo de HAC con respecto al CC, (F'c = 250 kg/cm ²) =	45,41
% de costo de HAC con respecto al CC, (F'c = 350 kg/cm ²) =	55,66
% de costo en muro de HAC con respecto al CC, (F'c = 250 kg/cm ²) =	22,23
% de costo en muro de HAC con respecto al CC, (F'c = 350 kg/cm ²) =	29,68



COSTO CC 250-350
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCRETO CONVENCIONAL					
RUBRO:		HORMIGÓN SIMPLE F'c = 250 kg/cm2		UNIDAD: m3	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO	A	B	C= A*B	R	
Concretera un saco	1	3,15	3,15	0,75	2,36
Herramienta menor	1	0,50	0,50	0,75	0,38
SUBTOTAL A					2,74
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/h	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MANO DE OBRA	A	B	C= A*B	R	D = C*R
Peón	5	2,56	12,80	0,75	9,60
Maestro de obra	1	2,58	2,58	0,75	1,94
SUBTOTAL B					11,54
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
MATERIALES		A	B	C= A*B	
Cemento	kg	370	0,145	53,65	
Arena	kg	761	0,011	8,37	
Ripio	kg	970	0,010	9,70	
Agua	lt	200	0,005	1,00	
Aditivo superplastificante	kg	2,96	6,000	17,76	
SUBTOTAL C					90,48
TOTAL COSTOS DIRECTOS (A+B+C)					104,75



ANEXO VI – RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON

RUBRO:		HORMIGÓN SIMPLE F'c = 350 kg/cm2		UNIDAD: m3	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO	A	B	C= A*B	R	
Concreteira un saco	1	3,15	3,15	0,75	2,36
Herramienta menor	1	0,50	0,50	0,75	0,38
SUBTOTAL A					2,74
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/h	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MANO DE OBRA	A	B	C= A*B	R	D = C*R
Peón	5	2,56	12,80	0,75	9,60
Maestro de obra	1	2,58	2,58	0,75	1,94
SUBTOTAL B					11,54
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
MATERIALES		A	B	C= A*B	
Cemento	kg	415	0,145	60,18	
Arena	kg	746	0,011	8,21	
Ripio	kg	949	0,010	9,49	
Agua	lt	200	0,005	1,00	
Aditivo superplastificante	kg	3,32	6,000	19,92	
SUBTOTAL C					98,79
TOTAL COSTOS DIRECTOS (A+B+C)					113,06



COSTO HAC 250-350
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE					
RUBRO:	HORMIGÓN SIMPLE F'c = 250 kg/cm2			UNIDAD: m3	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO	A	B	C= A*B	R	
Concretera un saco	1	3,15	3,15	0,75	2,36
Herramienta menor	1	0,50	0,50	0,75	0,38
SUBTOTAL A					2,74
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/h	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MANO DE OBRA	A	B	C= A*B	R	D = C*R
Peón	5	2,56	12,80	0,75	9,60
Maestro de obra	1	2,58	2,58	0,75	1,94
SUBTOTAL B					11,54
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
MATERIALES		A	B	C= A*B	
Cemento	kg	415	0,145	60,18	
Arena	kg	1043	0,011	11,47	
Ripio	kg	532	0,010	5,32	
Agua	lt	212	0,005	1,06	
Aditivo superplastificante	kg	9,96	6,000	59,76	
Puzolana	kg	51,85	0,005	0,26	
SUBTOTAL C					138,05
TOTAL COSTOS DIRECTOS (A+B+C)					152,32



ANEXO VI – RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LA RELACIÓN DE POISSON

RUBRO:		HORMIGÓN SIMPLE F'c = 350 kg/cm2		UNIDAD: m3	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO	A	B	C= A*B	R	
Concreteira un saco	1	3,15	3,15	0,75	2,36
Herramienta menor	1	0,50	0,50	0,75	0,38
SUBTOTAL A					2,74
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/h	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MANO DE OBRA	A	B	C= A*B	R	D = C*R
Peón	5	2,56	12,80	0,75	9,60
Maestro de obra	1	2,58	2,58	0,75	1,94
SUBTOTAL B					11,54
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
MATERIALES		A	B	C= A*B	
Cemento	kg	490	0,145	71,05	
Arena	kg	981	0,011	10,79	
Ripio	kg	501	0,010	5,01	
Agua	lt	222	0,005	1,11	
Aditivo superplastificante	kg	12,25	6,000	73,50	
Puzolana	kg	51,02	0,005	0,26	
SUBTOTAL C					161,72
TOTAL COSTOS DIRECTOS (A+B+C)					175,99



COSTO MURO CC 250-350

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:		HORMIGONADO DE MUROS, F'c = 250 kg/cm2		UNIDAD: m3	
CON CONCRETO CONVENCIONAL					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO	A	B	C= A*B	R	
Vibrador	2	3,50	7,00	0,75	5,25
Herramienta menor	1	0,50	0,50	0,75	0,38
SUBTOTAL A					5,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/h	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MANO DE OBRA	A	B	C= A*B	R	D = C*R
Peón	3	2,56	7,68	0,75	5,76
Maestro de obra	1	2,58	2,58	0,75	1,94
SUBTOTAL B					7,70
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
MATERIALES		A	B	C= A*B	
Hormigón simple F'c = 250 kg/cm2	m3	1	104,75		104,75
Encofrado recto	m2	11	5,00		55,00
SUBTOTAL C					159,75
TOTAL COSTOS DIRECTOS (A+B+C)					173,07



RUBRO:		HORMIGONADO DE MUROS, F'c = 350 kg/cm2		UNIDAD: m3	
CON CONCRETO CONVENCIONAL					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO	A	B	C= A*B	R	
Vibrador	2	3,50	7,00	0,75	5,25
Herramienta menor	1	0,50	0,50	0,75	0,38
SUBTOTAL A					5,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/h	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MANO DE OBRA	A	B	C= A*B	R	D = C*R
Peón	3	2,56	7,68	0,75	5,76
Maestro de obra	1	2,58	2,58	0,75	1,94
SUBTOTAL B					7,70
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
MATERIALES		A	B	C= A*B	
Hormigón simple F'c = 350 kg/cm2	m3	1	113,06	113,06	
Encofrado recto	m2	11	5,00	55,00	
SUBTOTAL C					168,06
TOTAL COSTOS DIRECTOS (A+B+C)					181,38



COSTO MURO HAC 250-350

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:		HORMIGONADO DE MUROS, F'c = 250 kg/cm2		UNIDAD: m3	
CON HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO	A	B	C= A*B	R	
Vibrador					0,00
Herramienta menor	1	0,50	0,50	0,75	0,38
SUBTOTAL A					0,38
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/h	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MANO DE OBRA	A	B	C= A*B	R	D = C*R
Peón	1	2,56	2,56	0,75	1,92
Maestro de obra	1	2,58	2,58	0,75	1,94
SUBTOTAL B					3,86
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
MATERIALES		A	B	C= A*B	
Hormigón simple F'c = 250 kg/cm2	m3	1	152,32	152,32	
Encofrado recto	m2	11	5,00	55,00	
SUBTOTAL C					207,32
TOTAL COSTOS DIRECTOS (A+B+C)					211,55



RUBRO:		HORMIGONADO DE MUROS, F'c = 350 kg/cm2		UNIDAD: m3	
CON HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO	A	B	C= A*B	R	
Vibrador					0,00
Herramienta menor	1	0,50	0,50	0,75	0,38
SUBTOTAL A					0,38
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/h	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MANO DE OBRA	A	B	C= A*B	R	D = C*R
Peón	1	2,56	2,56	0,75	1,92
Maestro de obra	1	2,58	2,58	0,75	1,94
SUBTOTAL B					3,86
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
MATERIALES		A	B	C= A*B	
Hormigón simple F'c = 350 kg/cm2	m3	1	175,99	175,99	
Encofrado recto	m2	11	5,00	55,00	
SUBTOTAL C					230,99
TOTAL COSTOS DIRECTOS (A+B+C)					235,22