



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR  
PAREDES PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON  
MATERIAL RECICLADO**

**AUTORES:**

**FRANKLIN RUBÉN PUCHA AMANCHA**

**XIMENA VERÓNICA LLANGA CRUZ**

**DIRECTOR:**

**ING. OSCAR CEVALLOS.**

**Riobamba - Ecuador**

**2010**

## **CERTIFICACIÓN DE TUTOR**

Yo, Ing. Oscar Cevallos, en mi calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: **“PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO”**, CERTIFICO: que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a los Srs. Franklin Rubén Pucha Amancha y Ximena Verónica Llanga Cruz, para que se presenten ante el Tribunal de Defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su tesis.

Atentamente:

**Ing. Oscar Cevallos**  
TUTOR DE TESIS

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: “Propuesta De Vivienda Popular Conformada Por Paredes Portantes De Concreto Elaborado Con Material Reciclado”, presentado por Franklin Rubén Pucha Amancha – Ximena Verónica Llanga Cruz y dirigida por Ing. Oscar Cevallos.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado en informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Tito Castillo.  
**PRESIDENTE.**

-----

Ing. Oscar Cevallos  
**DIRECTOR.**

-----

Ing. Diego Barahona.  
**MIEMBRO TRIBUNAL.**

-----

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

*La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Franklin Rubén Pucha Amancha, Ximena Verónica Llanga Cruz e Ingeniero Oscar Cevallos y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.*

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo de investigación va dedicado a mis padres y herman@s, que con amor y sacrificio, supieron motivarme intelectual y espiritualmente para culminar mis estudios superiores, obtener un título y así asegurarme una vida Digna y Ejemplarizada.*

*Franklin Rubén Pucha Amancha*

## **DEDICATORIA**

*A mis hijos Juan Francisco y Diego Paúl quienes son la inspiración de mi vida,*

*A mi esposo Diego, por su incomparable apoyo, amor y comprensión, a mi hermano Víctor por la ayuda brindada en el proceso de esta etapa*

*Ximena Verónica Llanga Cruz*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios, por haberme dado la fuerza y sabiduría en los momentos difíciles.*

*Gracias a mis padres, que significan un ejemplo de superación, estabilidad familiar y la perfecta entrega de amor.*

*A mis maestros por su sabiduría y transparencia de cristal con que me entregaron sus enseñanzas.*

*Franklin Rubén Pucha Amancha*

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi ferviente agradecimiento a mis padres y hermanos los cuales con amor y sacrificio, supieron dar vigor a mi espíritu.*

*A mis suegros y cuñados por su incomparable apoyo brindado durante todo este proceso educativo.*

*A mis maestros porque en sus aulas recibí las mejores enseñanzas.*

*Ximena Verónica Llanga Cruz*



## ÍNDICE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| ÍNDICE GENERAL                                      | i   |
| ÍNDICE DE TABLAS                                    | iv  |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES                             | v   |
| LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS                      | vii |
| I. RESUMEN  | ix  |
| I. SUMMARY  | x   |
| II. INTRODUCCIÓN                                    | 1   |
| III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA                         | 2   |
| 3.1. Generalidades                                  | 2   |
| 3.2. Viviendas populares ecológicas                 | 2   |
| 3.3. Paredes portantes ecológicas                   | 3   |
| 3.4. Características de los materiales del concreto | 3   |
| 3.4.1. Cemento                                      | 3   |
| 3.5. Agregados                                      | 6   |
| 3.5.1. Generalidades                                | 6   |
| 3.5.2. Clasificación                                | 6   |
| 3.5.3. Forma de los agregados                       | 8   |
| 3.5.4. Textura de los agregados                     | 9   |
| 3.5.5. Absorción y humedad                          | 10  |
| 3.5.6. Colorimetría                                 | 11  |
| 3.5.7. Resistencias mecánicas                       | 12  |
| 3.6. Policloruro de Vinilo (Triturados de PVC)      | 13  |
| 3.6.1. Generalidades                                | 13  |
| 3.6.2. Características                              | 13  |
| 3.7. Agua   | 14  |
| 3.7.1. Concepto                                     | 14  |
| 3.7.2. Agua de mezclado                             | 14  |
| 3.7.3. Agua de curado                               | 16  |
| 3.8. Concreto                                       | 16  |
| 3.8.1. Generalidades                                | 16  |
| 3.8.2. Caracterización del concreto fresco          | 18  |
| 3.8.3. Especificaciones del Concreto                | 19  |
| 3.8.4. Resistencia del concreto                     | 19  |

|   |     |
|---|-----|
| 3.8.5. Trabajabilidad y consistencia del concreto fresco _____                      | 22  |
| 3.8.6. Velocidad de fraguado _____  | 25  |
| 3.8.7. Peso específico _____  | 25  |
| 3.8.8. Otras especificaciones _____   | 25  |
| IV. METODOLOGÍA _____   | 32  |
| 4.1. Tipo de Estudio _____  | 32  |
| 4.2. Población y Muestra. _____   | 33  |
| 4.2.1 Población. _____  | 33  |
| 4.2.2. Muestra. _____   | 33  |
| 4.3. Procedimientos. _____  | 34  |
| 4.4. Procesamiento y Análisis. _____  | 34  |
| 4.4.1 Materiales _____  | 35  |
| 4.4.2. Colorimetría (INEN 855) _____  | 48  |
| 4.4.3. Material Reciclado - Triturados de PVC _____                                 | 49  |
| 4.4.4. Diseño y producción del concreto _____                                       | 49  |
| 4.4.5. Concreto fresco _____  | 52  |
| 4.4.6. Resistencia del Concreto _____   | 60  |
| 4.4.7. Interpretación de requerimientos mínimos para un diseño sismoresistente ____ | 63  |
| 4.4.8. Producción de Material Reciclado (Triturados de PVC) _____                   | 66  |
| V. RESULTADOS _____   | 67  |
| 5.1. Generalidades _____  | 67  |
| 5.2. Materiales _____   | 67  |
| 5.2.1. Cemento “Chimborazo” _____   | 67  |
| 5.2.2. Agregados _____  | 70  |
| 5.3. Diseño del concreto _____  | 89  |
| 5.3.1. Dosificaciones _____   | 89  |
| 5.3.2. Diseño final _____   | 93  |
| 5.3.3. Caracterización del concreto fresco _____                                    | 101 |
| 5.3.4. Curva de resistencia a la compresión en función del tiempo _____             | 101 |
| 5.3.5. Costo de producción del concreto _____                                       | 102 |
| VI. DISCUSIÓN _____   | 104 |
| 6.1. Análisis, comparación y discusión de resultados _____                          | 105 |
| 6.1.1. Análisis Comparativo del Modelo de Vivienda tipo A1(Miduvi) _____            | 109 |
| VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____   | 110 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.1. CONCLUSIONES  | 110 |
| 7.2. RECOMENDACIONES   | 111 |
| VIII. PROPUESTA  | 112 |
| 8.1 Titulo de la Propuesta   | 112 |
| 8.2. Introducción  | 112 |
| 8.3. Objetivos   | 113 |
| 8.3.1. General   | 113 |
| 8.3.2. Específicos   | 113 |
| 8.4. Fundamentación Científico – Técnico   | 113 |
| 8.4.1. Resistencia requerida   | 113 |
| 8.4.2. Tipo de suelo y capacidad portante  | 114 |
| 8.4.3. Evaluación de cargas para dimensionamiento                                    | 115 |
| 8.4.4. Cálculo de correas:   | 116 |
| 8.4.5 Pared Portante (Muro)  | 118 |
| 8.4.6. Peso estructura   | 118 |
| 8.4.7. Controles de Seguridad para el Diseño Estructural                             | 119 |
| 8.5. Descripción de la Propuesta   | 121 |
| 8.5.1. Información preliminar  | 121 |
| 8.5.2. Modelo de vivienda  | 121 |
| 8.5.3. Información General:  | 122 |
| 8.5.4. Diseño  | 122 |
| 8.5.5 Análisis y diseño estructural computarizado                                    | 123 |
| IX. BIBLIOGRAFÍA   | 146 |
| X. ANEXOS  | 147 |
| 10.1. Cantidad de probetas elaboradas durante la Investigación                       | 147 |
| 10.2. Tabla de Resultados Ensayos en Agregados del concreto                          | 150 |
| 10.3. Planos Vivienda Tipo A1 (MIDUVI)   | 177 |
| 10.4. Presupuesto Vivienda Tipo A1 (MIDUVI)  | 179 |
| 10.5. Presupuesto Vivienda Tipo A1(MIDUVI), Reconfigurada                            | 180 |
| 10.6. Presupuesto Vivienda Tipo A1(MIDUVI), Reconfigurada, usando Concreto Ecológico | 181 |
| 10.7. Precio Unitario de Producción del Concreto con macadán                         | 182 |
| 10.8. Resultados Modelación vivienda tipo A1 MIDUVI                                  | 183 |
| 10.9. Planos de Vivienda con Paredes Portantes                                       | 184 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1: Normas para la caracterización del concreto fresco.  | 19  |
| Tabla 2: Valores para las consistencias en los 2 métodos.   | 23  |
| Tabla 3: Relación entre la trabajabilidad y la consistencia.  | 23  |
| Tabla 4: Relación agua – cemento.   | 51  |
| Tabla 5: Factores para incrementar la desviación estándar.  | 61  |
| Tabla 6: Análisis de requerimientos mínimos para diseño sismoresistente.  | 64  |
| Tabla 7: Masa Unitaria Suelta Característica Cemento.   | 68  |
| Tabla 8: Peso Específico Característico Cemento Chimborazo.   | 69  |
| Tabla 9: Masa Unitaria Suelta Característica Arena de río.  | 70  |
| Tabla 10: Masa Unitaria Suelta Característica Macadán Cerro Negro.  | 71  |
| Tabla 11: Masa Unitaria Suelta Característica Ripio Cerro Negro.  | 72  |
| Tabla 12: Peso Específico Característico Arena de Río (Penipe).   | 73  |
| Tabla 13: Peso Específico Característico Macadán Cerro Negro.   | 74  |
| Tabla 14: Peso Específico Característico Ripio Cerro Negro.   | 75  |
| Tabla 15: Capacidad de Absorción Característico Arena de río (Penipe).  | 76  |
| Tabla 16: Capacidad de Absorción Característico Macadán Cerro Negro.  | 77  |
| Tabla 17: Capacidad de Absorción Característico Ripio Cerro Negro.  | 78  |
| Tabla 18: Contenido de Humedad Característico Arena de Río.   | 79  |
| Tabla 19: Contenido de Humedad Característico Macadán Cerro-Negro.  | 80  |
| Tabla 20: Contenido de Humedad Característico Ripio Cerro – Negro.  | 81  |
| Tabla 21: Resultados de colorimetría.   | 82  |
| Tabla 22: Datos para obtener la densidad optima de una mezcla de agregados para un concreto normal de 210kg/cm <sup>2</sup> . | 83  |
| Tabla 23: Datos para obtener la densidad óptima de una mezcla de agregados para un concreto ecológico.                        | 84  |
| Tabla 24: Masa Unitaria Suelta Característica P.V.C. (Basado en Normas INEN 858).   | 85  |
| Tabla 25: Peso Específico Característico P.V.C. (Basado en Normas INEN 857).  | 86  |
| Tabla 26: Capacidad de Absorción Característico P.V.C. (Basado en Norma INEN 857).  | 87  |
| Tabla 27: Contenido de Humedad Característico P.V.C. (Basado en Norma INEN 862).  | 88  |
| Tabla 28: Resultados de los ensayos a compresión de los diseños realizados.   | 89  |
| Tabla 29: Resultados resistencias de concreto edad 7 días con residuos de P.V.C.  | 97  |
| Tabla 30: Resultados resistencias de concreto edad 14 días con residuos de P.V.C.   | 98  |
| Tabla 31: Resultados resistencias de concreto edad 21 días con residuos de P.V.C.   | 99  |
| Tabla 32: Resultados resistencias de concreto edad 28 días con residuos de P.V.C.   | 100 |
| Tabla 33: Precio Unitario – Concreto Ecológico 210 kg/cm <sup>2</sup> .   | 102 |
| Tabla 34: Precio Unitario – Concreto Simple 210 kg/cm <sup>2</sup>  | 103 |
| Tabla 35: Resultados diseños concreto normal con arena y macadán  | 105 |
| Tabla 36: Resultados de resistencia concreto con residuos triturados de P.V.C.  | 108 |
| Tabla 37: Método práctico para seleccionar una correa.  | 117 |
| Tabla 38: Presupuesto Vivienda con Paredes Portantes  | 144 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |     |
|--|-----|
| Ilustración 1: Texturas de diferentes tipos de agregados.  | 09  |
| Ilustración 2: Diferentes estados de humedad.  | 10  |
| Ilustración 3: Series de colores Gardner.  | 12  |
| Ilustración 4: Agua de mezclado utilizado en esta investigación.                                   | 15  |
| Ilustración 5: Agua de curado utilizado en esta investigación.                                     | 16  |
| Ilustración 6: Medidas de un cilindro de concreto – resistencia a compresión.                      | 20  |
| Ilustración 7: Campana de Gauss – Hormigón ; Resistencia característica.                           | 21  |
| Ilustración 8: Ductilidad del concreto.  | 21  |
| Ilustración 9: Asentamiento en el cono de Abrams.  | 22  |
| Ilustración 10: Asentamiento en función del tiempo.  | 24  |
| Ilustración 11: Diferentes porosidades del hormigón.   | 26  |
| Ilustración 12: Curado por inmersión o inundación.   | 29  |
| Ilustración 13: Presentación de un saco de 50kg.   | 35  |
| Ilustración 14: Instrumental para determinar la MUS del cemento.                                   | 36  |
| Ilustración 15: Instrumental para determinar el Peso Específico del cemento.                       | 37  |
| Ilustración 16: Instrumental para determinar la MUS del A. Fino.                                   | 39  |
| Ilustración 17: Instrumental para determinar la MUS del A. Grueso.                                 | 40  |
| Ilustración 18: Instrumental para el Peso Específico del A. fino.                                  | 41  |
| Ilustración 19: Instrumental para determinar peso específico del A. grueso                         | 43  |
| Ilustración 20: Instrumental para la capacidad de absorción del A. fino.                           | 44  |
| Ilustración 21: Instrumental para la capacidad de absorción del A. grueso.                         | 45  |
| Ilustración 22: Instrumental: densidad óptima de agregados.  | 46  |
| Ilustración 23: Instrumental: Contenido de humedad A. fino   | 47  |
| Ilustración 24: Instrumental: colorimetría del agregado fino.                                      | 48  |
| Ilustración 25: Procedimiento de fabricación del concreto  | 52  |
| Ilustración 26: Instrumental: Medida del asentamiento.   | 53  |
| Ilustración 27: Instrumental, Peso Unitario, rendimiento, Contenido de aire del concreto.          | 55  |
| Ilustración 28: Procedimiento obtención contenido de aire.   | 56  |
| Ilustración 29: Toma de muestras de cilindros.   | 59  |
| Ilustración 30: Curva y función para obtener el valor de k.  | 61  |
| Ilustración 31: Máquina para el ensayo de compresión.  | 62  |
| Ilustración 32: Curva densidad vs Porcentaje de mezcla para concreto normal 210 kg/cm <sup>2</sup> | 83  |
| Ilustración 33: Curva densidad vs Porcentaje de mezcla del Concreto ecológico.                     | 84  |
| Ilustración 34: Curva Esfuerzo vs Tiempo CONCRETO ECOLOGICO.                                       | 101 |
| Ilustración 35: Gráfica Resistencia vs Tiempo Concreto Normal con Arena y Macadán.                 | 106 |
| Ilustración 36: Gráfica Resistencia vs Incremento de residuos de PVC.                              | 107 |
| Ilustración 37: Gráfica Densidad vs % de PVC incluido.   | 107 |
| Ilustración 38: Curva Resistencia vs Tiempo Curva teórica, concreto normal y ecológico.            | 109 |
| Ilustración 39: Ingreso de grillas en ETABS.   | 123 |
| Ilustración 40: Visualización en planta y corte de grillas ingresadas.                             | 124 |
| Ilustración 41: Definición de características del material.  | 124 |
| Ilustración 42: Definición de propiedades del concreto.  | 125 |
| Ilustración 43: Definición de propiedades del fibrocemento.  | 125 |

|  |     |
|--|-----|
| Ilustración 44: Definición secciones de elementos lineales.  | 126 |
| Ilustración 45: Ingreso sección frame de la pared.           | 126 |
| Ilustración 46: Datos del reforzamiento.                     | 127 |
| Ilustración 47: Definición sección de la correa.             | 127 |
| Ilustración 48: Selección para diseño de correa.             | 128 |
| Ilustración 49: Ingreso de forma y dimensiones de la correa  | 128 |
| Ilustración 50: Ingreso propiedades de la pared.             | 129 |
| Ilustración 51: Ingreso de secciones de la pared.            | 130 |
| Ilustración 52: Ingreso de propiedades de la cubierta.       | 130 |
| Ilustración 53: Ingreso altura de la pared.                  | 131 |
| Ilustración 54: Vista 2D y 3D de la estructura.              | 132 |
| Ilustración 55: Ingreso de restricciones de la estructura.   | 132 |
| Ilustración 56: Definición estados de carga.                 | 133 |
| Ilustración 57: Definición combinaciones de carga.           | 133 |
| Ilustración 58: Definición de Carga Viva y Muerta.           | 134 |
| Ilustración 59: Asignación de diafragma Semi rígido.         | 134 |
| Ilustración 60: Visualización de diafragma semi rígido       | 135 |
| Ilustración 61: Asignación de pier en muros.                 | 135 |
| Ilustración 62: Análisis Dinámico.                           | 136 |
| Ilustración 63: Tolerancias de análisis.                     | 136 |
| Ilustración 54: Análisis de la estructura.                   | 137 |
| Ilustración 65: Diagrama de Cortantes – Eje 3.               | 137 |
| Ilustración 66: Diagrama de Cortantes – Eje C.               | 138 |
| Ilustración 67: Diagrama de Momentos – Eje 3.                | 138 |
| Ilustración 68: Diagrama de Momentos – Eje C.                | 139 |
| Ilustración 69: Resultados de diseño Pared Portante – Eje A. | 139 |
| Ilustración 70: Resultados de diseño Pared Portante – Eje 3. | 140 |

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

**MUS:** Masa unitaria suelta.

**MUS<sub>promed</sub>:** Masa unitaria suelta promedio.

**MUS<sub>caract</sub>:** Masa unitaria suelta característica.

**MUS<sub>i</sub>:** Masa unitaria suelta de cada ensayo.

**PE:** Peso específico.

**PE<sub>promed</sub>:** Peso específico promedio.

**PE<sub>caract</sub>:** Peso específico característico.

**PE<sub>i</sub>:** Peso específico de cada ensayo.

**CA:** Capacidad de absorción.

**CA<sub>promed</sub>:** Capacidad de absorción promedio.

**CA<sub>caract</sub>:** Capacidad de absorción característica.

**CA<sub>i</sub>:** Capacidad de absorción de cada ensayo.

**A.Fino:** Agregado Fino.

**A. Grueso:** Agregado Grueso.

**CA.G:** Cantidad de agregado grueso.

**CA.F:** Cantidad de agregado fino.

**DSSS (mezcla):** Densidad de la mezcla.

**DSSS (A.F):** Densidad del agregado fino.

**DSSS (A.G):** Densidad del agregado grueso.

**%VAC:** Porcentaje de vacíos.

**$\delta_p$ :** Densidad de la pasta.

**PPASTA:** Peso de la pasta.

**Cc:** Cantidad de cemento.

**DSSS (A.F):** Densidad del agregado fino.

**DSSS (A.G):** Densidad del agregado grueso.

**Mez:** Mezcla.

**Rec:** Recipiente.

**A/C:** Relación agua – cemento.

**$\delta$ :** Desviación Standard.

**N:** Número total de ensayos.

**INEN:** Instituto Ecuatoriano de Normalización.

**f<sub>c</sub>**: Resistencia del concreto a compresión.

**CaOH<sub>2</sub>**: Hidróxido de calcio.

**MPa**: Mega pascales.

**kg/cm<sup>2</sup>**: Kilogramo por centímetro cuadrado.

**Σx<sub>i</sub>**: Sumatoria de cada uno de los ensayos.

**f<sub>m</sub>**: Resistencia media.

**k**: Factor para incrementar la desviación estándar

**NaOH**: Hidróxido de sodio

**ClNa**: Cloruro de sodio.

**ACI**: American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto)

**ASTM**: American Standards for Testing Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.)

**PVC**: Policloruro de vinilo

**CPE**: Código de Practica Ecuatoriano



## I. RESUMEN

La propuesta de vivienda popular conformada por paredes portantes de concreto elaborado con material reciclado está basada en investigaciones similares las mismas que conjugan inquietudes tecnológicas, sociales, y ecológicas, para la producción del hábitat, se ha decidido experimentar con la utilización de material reciclado proveniente de desechos plásticos utilizados en la vida diaria del hombre, tratando de disminuir costos y contaminación. Para la elaboración de las paredes portantes se diseña un concreto estructural ( $210\text{kg}/\text{cm}^2$ ) donde se mezcla plástico triturado con arena, ripio, agua y cemento para ser vertidos en el encofrado de aproximadamente un espesor de 10 a 15cm. Se procede a analizar los resultados obtenidos en la modelación de la vivienda que fueron elaborados en ETABS v.9.00, donde obtenemos los datos necesarios para observar el funcionamiento estructural de la vivienda conformada por paredes portantes con concreto ecológico, posteriormente se realiza un análisis de precios unitarios comparativos, a pesar de que el costo de la vivienda es un poco elevado esta brinda seguridad estructural ante un evento sísmico; en esta investigación se propone una nueva alternativa tecnológica para la producción de la vivienda de interés social .

## I. SUMMARY

The proposal of popular housings conformed by walls concrete ambles elaborated with recycled material is based on similar investigations the same ones that conjugate technological, social, and ecological restlessness, for the production of the habitat, we have decided to experience with the use of recycled material coming from plastic waste used in the mankind's daily life, trying to diminish costs and contamination. For the elaboration of the walls ambles a structural concrete is designed ( $210\text{kg}/\text{cm}^2$ ) where it mixes plastic crushed with sand, rubble, dilutes and cement to be poured in the mold of the structure of approximately a thickness of among 10 to 15cm. You proceeds to analyze the results obtained in the simulation of the housing that you were elaborated in ETABS v.9.00, where we obtain the necessary data to observe the structural operation of the housing conformed by walls ambles with concrete ecological, later on it is carried out an analysis of comparative unitary prices, although the cost of the housing is hight a little this it offers structural security before a seismic; in this investigation we intend a new technological alternative for the production of the housing of social interest.

## II. INTRODUCCIÓN

El área de la construcción es una de las más importantes dentro del desarrollo de los pueblos, pues se lo considera como un indicativo del desarrollo, pero en nuestro país, esta se ha convertido en uno de los sueños de la clase económica baja, por cuanto la construcción de una vivienda se torna difícil por los altos costos, por lo que se identifica que a lo largo de las principales ciudades del país, se han asentado grupos de personas de escasos recursos, las mismas que no pueden acceder a un crédito para construir sus viviendas.

Existe el factor preponderante como es, el concreto ecológico ; el cual depende de varios elementos constitutivos considerando como uno de los más importantes la materia prima con la que se cuenta, debido a que este concreto es estudiado con material reciclado de policloruro de vinilo (PVC); a partir del cual encontraremos la dosificación, que consiste en determinar la cantidad aproximada de los componentes que forman parte del Concreto, cuya mezcla cumpla con condiciones de Resistencia, Calidad, Trabajabilidad y sobre todo Economía.

Para alcanzar cada uno de los objetivos planteados en la investigación se obtendrá información de diferentes fuentes bibliográficas, y resultados obtenidos en el Laboratorio Estudios Especializados de Ensayo de Materiales, Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNACH, de la ciudad de Riobamba.

Cabe destacar que el desarrollo de la investigación se lo realiza mediante un diagnóstico previo, de la situación actual de la sociedad y especialmente lo que es la falta de vivienda, luego se realiza un proyecto, en el cual se delinea las principales actividades a realizar la investigación, siguiendo un cronograma de trabajo, en base a bases técnicas y científicas de investigación.

Este es un trabajo investigativo muy novedoso que permitirá abrir el camino a otros estudiantes para que realicen investigaciones y se pueda conseguir viviendas ecológicas con materiales reciclables.

### **III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1. Generalidades**

En esta investigación se conjugan inquietudes tecnológicas, sociales, y ecológicas, para la producción del hábitat.

Es conocido en nuestro país y en el mundo el déficit habitacional existente para la mayoría de familias de escasos recursos. El mismo constituye un problema grave por su incidencia en el deterioro de la calidad de vida (hacinamiento, promiscuidad, violencia). Por otra parte, existen cantidades importantes de materiales, de costo bajo o nulo por ser residuos: entre otros, los plásticos procedentes de envases descartables de bebidas, residuos de tubería, y de los envoltorios de alimentos.

Estos materiales, que no son bio-degradables, actualmente son enviados a predios de enterramiento sanitario municipal, o quemados en basurales clandestinos, generando graves problemas de contaminación ambiental. Sólo un pequeño porcentaje de los mismos es reciclado.

En esta investigación se propone una nueva alternativa tecnológica para la producción de la vivienda de interés social, económica y más ecológica que otros sistemas constructivos tradicionales. Se basa en un reciclado integral de los plásticos mencionados, para la fabricación de elementos constructivos, triturados y mezclados con cemento, en reemplazo de los áridos de un concreto tradicional.

#### **3.2. Viviendas populares ecológicas**

Una vivienda cómoda y bella, armónica con el entorno vivo y, por consiguiente, con los humanos que la disfrutan.

Se trata de construir con espíritu práctico, diseñando casas ecológicas que tengan un mantenimiento barato e incorporando, a la vez, materiales y técnicas modernas que faciliten el ahorro y proporcionen comodidades.

La construcción de viviendas se trata, en definitiva, de una tecnología limpia y limpiadora, apropiada y apropiable, que posibilita la construcción y la creación de nuevos empleos, tanto para hombres como para mujeres.

### **3.3. Paredes portantes ecológicas**

Se busca reemplazar parcialmente una tecnología muy arraigada en nuestra sociedad latinoamericana, para la construcción de viviendas, como es la mampostería de ladrillo común de tierra cocida (elaborado con un recurso no renovable).

Este tipo de ladrillo, por sus dimensiones y condiciones físicas, ha resultado ser un material constructivo de aceptación universal.

No obstante, su forma de producción, a partir de la extracción de la capa de tierra superficial vegetal (humus), y posterior quemado en grandes hornos a cielo abierto, constituye un verdadero problema ecológico que se puede corregir, ya que produce:

- Desertificación del suelo.
- Contaminación atmosférica (por el humo y gases generados).
- Tala de árboles para obtener la leña necesaria para el funcionamiento del horno.

En esta investigación se presenta una alternativa para la realización de pared portante que, mejorando los logros del ladrillo común, puedan ser producidos sin las consecuencias negativas indicadas, he aquí la razón por la cual la elaboración de un concreto ecológico con residuos triturados (PVC) abarataría el costo en una construcción popular haciéndola más accesible

Basados en investigaciones similares tratando de disminuir costos y contaminación en la elaboración de viviendas se ha decidido experimentar con la utilización de material reciclado, proveniente de desechos plásticos utilizados en la vida diaria del hombre; la función de este tipo de paredes portantes ecológicas es que soporten las cargas normales como las de una mampostería de ladrillo común, para la elaboración de este tipo de paredes se mezcla plástico triturado, agregados y cemento para ser vertidos en un encofrado de espesor aproximadamente entre 10 a 15cm.

### **3.4. Características de los materiales del concreto**

#### **3.4.1. Cemento**

##### **3.4.1.1. Definición**

El cemento es un producto de origen mineral, fabricado con alta tecnología, que en contacto con el agua pasa por un proceso de fraguado y endurecimiento, hasta que

alcanza la consistencia de piedra. La piedra de cemento en vía de formación presenta resistencias elevadas y no se disuelve en el agua. Si al cemento se le añade arena y agregados, éste funcionará como ligante y se convertirá en otro producto indispensable para la construcción: el concreto; es decir el cemento es el material ligante de los diferentes componentes del concreto o sea una sustancia que mezclada con el agua, está en condiciones de endurecer ya sea en el aire, como debajo del agua.

### 3.4.1.2. Clasificación

Los cementos se clasifican en:

- 1) Cementos **PORTLAND**, si están compuestos por clínker y un bajo porcentaje de yeso.
- 2) Cementos **SIDERÚRGICOS**, compuestos de clínker más escoria básica granulada de alto horno y yeso.
  - ✓ Cementos Portland Siderúrgicos: Si el porcentaje de escoria granulada de alto horno es inferior al 30%.
  - ✓ Cementos Siderúrgicos: si el porcentaje de escoria granulada de alto horno está presente en porcentajes comprendidos entre 30 y 75 %.
- 3) Cementos **PUZOLÁNICOS**, compuestos por clínker, puzolana y yeso.
  - ✓ Cemento Portland Puzolánico: si el porcentaje de puzolana es menor a 30 %.
  - ✓ Cementos Puzolánicos: si el porcentaje de puzolana está entre 30 y 50 %.

Existen varios tipos de cemento Portland; entre los más importantes se pueden mencionar:

- **Tipo I: De fraguado normal.-** Es el que más se emplea para fines estructurales cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para los otros cuatro tipos de cemento.
- **Tipo II: De propiedades modificadas.-** Modificado para usos generales, se emplea cuando se prevé una exposición moderada al ataque por sulfatos o cuando se requiere un moderado calor de hidratación.

- **Tipo III: De fraguado rápido.-** De alta resistencia inicial, es recomendable cuando se necesita una resistencia temprana en una situación particular de construcción. El concreto hecho con este tipo de cemento desarrolla una resistencia en tres días, igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.
- **Tipo IV: De fraguado lento.-** De bajo calor de hidratación, se ha desarrollado para usarse en concreto de volúmenes. Si se utiliza cemento tipo I en colados masivos (volúmenes grandes) que no puedan perder calor por radiación, este desprende suficiente calor durante la hidratación aumentando la temperatura del concreto hasta unos 50°C o 60°F.
- **Tipo V: Resistente a los sulfatos.-** Resistente a los sulfatos, se especifica cuando hay una exposición intensa a los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y en estructuras expuestas al agua del mar.

### 3.4.1.3 Hidratación del cemento

El cemento mezclado con agua reacciona hidratándose. Esta reacción libera una cierta cantidad de calor y provoca el progresivo endurecimiento de la pasta de cemento.

La hidratación proporciona esencialmente dos productos principales.

- Agujas (silicatos de calcio hidratados) de lento crecimiento con tendencia pronunciada a la compactación, responsable de la formación de una matriz densa y resistente.
- Pequeñas placas de hidróxido de calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), muy alcalinas, sin aporte de resistencia pero adecuadas para proteger a la armadura de la corrosión.

## 3.5. Agregados

### 3.5.1 Generalidades

Como áridos para la confección de concretos pueden emplearse arenas y gravas naturales o procedentes de trituración, que reúnan en igual o superior grado las características de resistencia y durabilidad que se le exijan al concreto.

Se denomina grava o árido grueso a la fracción mayor de 5mm y arena o árido fino a la menor de 5mm. Aparte, es clásico encontrar en cada país y región denominaciones diversas más específicas para la grava, en función del tamaño de las piedras. La arena suele dividirse a partir de los 2mm en arena gruesa y arena fina, llamándose polvo o finos de la arena a la fracción inferior a 0.08mm.

A los agregados se los puede definir como: componentes derivados de la trituración natural o artificial de diversas piedras, y pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra. Junto con el agua y el cemento, conforman los ingredientes necesarios para la fabricación de concreto.

### 3.5.2. Clasificación

Una clasificación muy precisa de agregados se debe mirar siempre desde el punto de vista técnico-económico, contrapesando el costo de la clasificación de los agregados frente a la calidad obtenida en el concreto.

CLASIFICACIÓN { *Tamaño:* fino - grueso  
*Orígenes:* naturales y artificiales  
*Densidad:* Ligero, normal, pesado.



Según su **tamaño**, los agregados para concreto son clasificados en *agregados finos* (arenas de tamaño entre 0.07mm y 5mm) y *agregados gruesos* (piedras de tamaño mayor a 5mm). Comercialmente, los agregados gruesos son identificados por dos números que indican el tamaño máximo y mínimo en *mm* del mismo (piedra 6-19). Los agregados finos son comúnmente identificados por un número denominado Módulo de finura, que en general es más pequeño a medida que el agregado es más fino.

La función de los agregados en el concreto es la de crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra uniéndolos con cemento y agua (pasta). Cuando el concreto está fresco, la pasta también lubrica las partículas de agregado otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla, y cuando el concreto está endurecido las une. Para cumplir satisfactoriamente con estas funciones la pasta debe cubrir totalmente la superficie de los agregados.

Con referencia al **origen** de los agregados, se los divide en *agregados naturales* que pueden ser el resultado de la intemperización y la acción del agua corriente, produciendo arenas y gravas, o pueden haber sido preparados por trituraciones produciendo arenas “pétreas” y gravas trituradas, en este último caso de todo tipo de piedras (ígneas, sedimentarias o metamórficas); y en *agregados artificiales* son usualmente materias de peso ligero producidos al quemar barros o limos en hornos rotatorios.

En cuanto a la **densidad** de los agregados se los ha clasificado en: *agregados ligeros* a los que tienen un peso unitario que varía desde  $40\text{kg/m}^3$  hasta  $1040\text{kg/m}^3$ , se los puede obtener por la expansión de arcilla, esquisto, pizarra, perlita por calor; mediante la expansión de la escoria de alto horno con procesos especiales de enfriamiento; a partir de yacimientos de piedra pómez, escoria, cenizas volcánicas, toba y diatomita; y de cenizas industriales. El residuo triturado de PVC usado en nuestra investigación tiene un peso unitario alrededor de  $770\text{kg/m}^3$ , lo cual hace que se lo considere como un agregado ligero. El peso unitario del concreto hecho con agregados ligeros está en función de su peso, que varía entre  $400\text{kg/m}^3$  y  $2000\text{kg/m}^3$ .

En cuanto se refiere a los *agregados normales* cuyo peso unitario fluctúa entre  $1300\text{kg/m}^3$  y  $1600\text{kg/m}^3$  se los puede encontrar en los agregados de canto rodado o

agregados procedentes de los ríos. Los concretos elaborados con estos áridos tienen un peso unitario que oscila de  $2000\text{kg/m}^3$  a  $2500\text{kg/m}^3$ .

Por otro lado están los *agregados pesados* que tienen un peso unitario que va de  $3400\text{kg/m}^3$  a  $7500\text{kg/m}^3$ . Estos se utilizan en los concretos para blindaje, porque la absorción de rayos gamma es proporcional a la densidad. El concreto pesado puede variar entre  $2500\text{kg/m}^3$  y  $5600\text{kg/m}^3$ . Además de los agregados fabricados a partir de productos de hierro, se han utilizado como agregado pesado diversos productos de canteras y minerales, como la varita, limonita, y magnetita.

### **3.5.3. Forma de los agregados**

La forma del agregado tiene gran influencia en las propiedades del concreto fresco y endurecido, particularmente en lo que hace a la docilidad y resistencias mecánicas respectivamente.

Las partículas redondeadas como son los cantos rodados resultan en concretos muy dóciles, en tanto que los agregados triturados dan lugar a concretos menos trabajables aunque el efecto será tanto menor cuando más se aproximen a poliedros de mayor número de caras.

La forma elongada y la plana o lajosa dan lugar a concretos de peor calidad, disminuyen la trabajabilidad del hormigón, obligando a una mayor cantidad de agua y arena, lo que en definitiva se traduce en una disminución de la resistencia.

Los agregados triturados, cuando tienen buena forma, resultan en concretos con alta resistencia a la flexotracción, por lo que son preferidos para pavimentos en carreteras.

Si se emplean agregados gruesos de formas inadecuadas, la cantidad de cemento necesaria para obtener una buena resistencia es elevada.

La instrucción para el proyecto y ejecución de obras de concreto en masa y armado prescribe que el valor del coeficiente de forma no debe ser inferior a 0.15

### 3.5.4. Textura de los agregados

Los agregados pueden ser utilizados prácticamente como se los encuentra en la naturaleza, tal el caso de los canto rodados, ó bien luego de sufrir modificaciones importantes, como ocurre con los agregados triturados. La forma de los agregados, lo mismo que su rugosidad superficial (textura) será diferente según sean de una u otra procedencia, influyendo finalmente sobre la cantidad de agua que se necesita para lograr un concreto trabajable. La mayor rugosidad superficial de los agregados aumenta la superficie de contacto con la pasta de cemento; haciendo necesaria la utilización de mayor contenido de pasta para lograr la trabajabilidad deseada, pero favorece la adherencia pasta-agregado y así mejora las resistencias, en el caso de los cantos rodados, su superficie es lisa, dan mejor trabajabilidad al concreto pero menor adherencia pasta-agregado. En otras palabras el agregado grueso triturado presenta mejores características de adherencia que el agregado natural, por lo que sus concretos pueden alcanzar mayor resistencia.

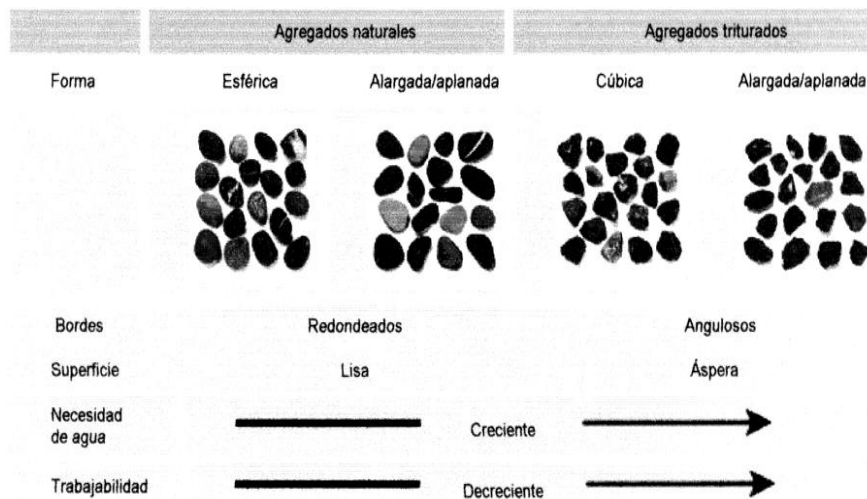


Ilustración 1: Texturas de diferentes tipos de agregados.

Fuente: A. Neville, Tecnología del Concreto

### 3.5.5. Absorción y humedad

Se denomina absorción a la humedad del agregado cuando tiene todos sus poros saturados pero la superficie del mismo está seca. Es en esta condición como se hacen los cálculos de dosificación para elaborar concreto.

Pero el agregado puede tener diferentes estados de humedad, como se muestra a continuación:

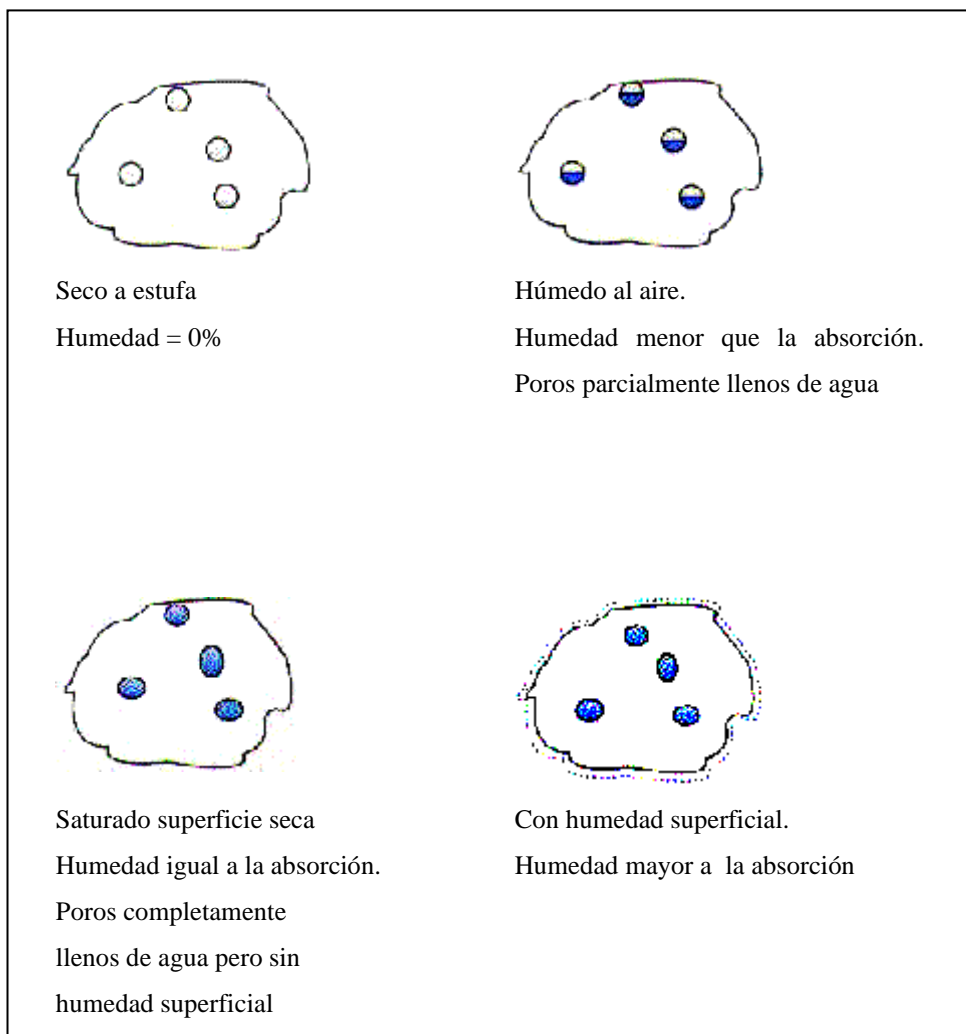


Ilustración 2: Diferentes estados de humedad.

Fuente: A. Neville, Tecnología del Concreto

Si la piedra o arena tiene una humedad inferior a la absorción, se debe agregar más agua al concreto para compensar lo que absorben los agregados.

Por el contrario, si la humedad está por encima de la absorción, el agua a agregar al concreto será menor, ya que los agregados aportarán agua.

En el caso de las arenas dosificadas en volumen, se suma el inconveniente que las arenas ocupan diferentes volúmenes de acuerdo a la humedad, por un fenómeno denominado esponjamiento.

Este fenómeno hace que una arena de río con 5-7% de humedad incremente su volumen en un 25% respecto de la misma arena en estado seco.

Debemos ajustar la cantidad de agua a agregar al concreto teniendo en cuenta la humedad de los agregados en el momento de elaborar el concreto, ya que:

- Si la humedad es alta, aumentará la relación agua-cemento y caerán las resistencias.
- Si es baja, no se logrará la trabajabilidad deseada.

### **3.5.6. Colorimetría**

Colorimetría, es el procedimiento de análisis químico basado en la intensidad de color de las disoluciones, este procedimiento consiste en llenar un envase de vidrio con una determinada cantidad de AGREGADO FINO más una solución de hidróxido de sodio (NaOH), después de revolverlo todo por cinco minutos, aproximadamente, se deja en reposo durante 24 horas. Luego de este lapso de tiempo se analiza los colores obtenidos en las botellas comparándolos con la serie de colores GARDNER y podremos determinar así, si éste agregado es o no óptimo para ser utilizados como material de construcción.

La Tarjeta o Tabla de Colores corresponde a una que contiene cinco intensidades que van desde un ligero color amarillo hasta una coloración oscura (negro).

|                           |                           |                            |                            |                            |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| amarillo<br>claro         | amarillo<br>oscuro        | marrón<br>ligero           | marrón<br>oscuro           | negro                      |
| COLOR<br>GARDNER<br>No. 5 | COLOR<br>GARDNER<br>No. 8 | COLOR<br>GARDNER<br>No. 11 | COLOR<br>GARDNER<br>No. 14 | COLOR<br>GARDNER<br>No. 16 |

Ilustración 3: Serie de colores Gardner.

Fuente: Manual del Laboratorista – Ing. V. Llanga C.

En los agregados se pueden encontrar algunas sustancias como lo es la materia orgánica, que por lo general consiste en materia de descomposición vegetal (humus o arcilla orgánica), las cuales si se encuentran en grandes cantidades afectan o dañan algunas propiedades del concreto como lo son el tiempo de fraguado, resistencia y durabilidad. De aquí proviene la importancia de detectar éste tipo de materia, saber cómo actúan y hasta que cantidad se pueden tolerar.

Las impurezas orgánicas interfieren en las reacciones químicas de hidratación del cemento durante el proceso de fraguado causando un tipo de retraso, lo cual ocasiona como anteriormente se nombró, una disminución en resistencia y durabilidad.

Al hablar de los perjuicios que tiene la materia orgánica en el concreto, también debemos hacer énfasis en los daños que causa en los materiales de refuerzo como el acero; donde aparece la corrosión que es uno de los mayores problemas en el concreto reforzado, produciéndose deficiencia en sus propiedades. Como no todas las impurezas orgánicas son perjudiciales lo más aconsejable es realizar el ensayo colorimétrico, que es un método muy útil para conocer la cantidad de materia orgánica en los agregados y de ésta manera poder tomar decisiones de hacer o no uso del material.

### 3.5.7. Resistencias mecánicas

La influencia de los agregados en la resistencia del concreto no sólo es debida a la propia resistencia de éstos, sino también a su forma, textura, limpieza superficial y absorción.

Lo normal es que los concretos tengan una resistencia a compresión comprendida entre 20 y 50 MPa. Los agregados comúnmente usados tienen resistencias muy similares a estos valores.

## **3.6. Policloruro de Vinilo (Triturados de PVC)**

### **3.6.1. Generalidades**

El Policloruro de Vinilo (PVC) es un moderno, importante y conocido miembro de la familia de los termoplásticos. Es un polímero obtenido de dos materias primas naturales cloruro de sodio o sal común (ClNa) (57%) y petróleo o gas natural (43%), siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos.

Es uno de los polímeros más estudiados y utilizados por el hombre para su desarrollo y confort, dado que por su amplia versatilidad es utilizado en áreas tan diversas como la construcción, energía, salud, preservación de alimentos y artículos de uso diario, entre otros, además tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama.

### **3.6.2. Características**

- Tiene una elevada resistencia a la abrasión, junto con una baja densidad, buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción.
- Es un material altamente resistente, los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años como se comprueba en aplicaciones tales como tuberías para conducción de agua potable y sanitarios; de acuerdo al estado de las instalaciones se espera una prolongada duración del PVC así como ocurre con los marcos de puertas y ventanas.
- Debido a las moléculas de cloro que forman parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por sí solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado. Se emplea eficazmente para aislar y proteger cables eléctricos en el hogar, oficinas y en las industrias debido a que es un buen aislante eléctrico. Los perfiles de PVC empleados en la construcción para recubrimientos, cielorrasos, puertas y ventanas, se debe a la poca inflamabilidad que presenta.
- Alto valor energético. Cuando se recupera la energía en los sistemas modernos de combustión de residuos, donde las emisiones se controlan cuidadosamente, el PVC aporta energía y calor a la industria y a los hogares.

- Rentable. Bajo costo de instalación y prácticamente costo nulo de mantenimiento en su vida útil.

## **3.7. Agua**

### **3.7.1. Concepto**

Como el agua ocupa un papel importante en las reacciones del cemento durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido de un concreto, al agua se lo puede definir desde el punto de vista de la tecnología del concreto, como el elemento mediante el cual el cemento presenta reacciones químicas que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados. De acuerdo a lo anterior al agua se lo clasifica en agua de mezclado y en agua de curado.

### **3.7.2. Agua de mezclado**

Se la define como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento, contenido en ese volumen unitario, capaz de producir una pasta eficientemente hidratada, con una fluidez tal, que permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico. En una porción de pasta hidratada el agua se encuentra en dos formas básicas, las cuales son:

*Agua de hidratación*, es aquella parte del agua original de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase sólida del gel de cemento. Es también conocida como agua no evaporable.

*Agua evaporable*, es el agua restante que existe en la pasta, y que puede evaporarse a 0% de humedad relativa del ambiente y 110°C de temperatura, pero esta no se encuentra totalmente libre, ya que en relación a la aproximación que tiene con el gel, el agua evaporable puede estar en tres condiciones distintas; como *agua de adsorción* que es una capa molecular de agua que se halla fuertemente adherida a la superficie del gel por fuerzas intermoleculares de atracción; como *agua capilar* que es la que ocupa los poros



capilares de la pasta, de manera que parte de esta se encuentra sujeta (aunque débilmente) a la influencia de las fuerzas de superficie del gel; y como *agua libre* que es la que se encuentra fuera de la influencia de las fuerzas de superficie del gel, de tal manera que tiene completa movilidad y por lo tanto puede evaporarse con suma facilidad.

El agua de mezclado juega un doble papel en el concreto. Por un lado, participa en las reacciones de hidratación del cemento; por otro, confiere al concreto la trabajabilidad necesaria para una correcta puesta en obra.

La cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo estrictamente necesario, ya que el agua en exceso se evapora y crea una serie de huecos (capilares) en el concreto, que disminuyen su resistencia

El agua de mezclado está compuesta por:

- El agua agregada a la mezcla.- Es aquella que proviene del cálculo de la respectiva dosificación para la cual se está elaborando el concreto.
- Humedad superficial de los agregados.- Aquella que se encuentra presente en los diferentes agregados por condiciones atmosféricas.
- Una cantidad de agua proveniente de los aditivos.- Dependiendo de la clase de aditivo, es la porción de agua que este necesita para poder reaccionar como está planificado, en esta investigación no va a ser tomada en cuenta ya que se prescinde de aditivos.

El agua de mezclado cumple una doble función en la tecnología del concreto: por un lado permite la hidratación del cemento y por el otro es indispensable para asegurar la trabajabilidad y la buena compactación del concreto.

El agua de mezclado que se usó en esta investigación fue la potable.



Ilustración 4: Agua de mezclado utilizado en esta investigación.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 3.7.3. Agua de curado

Puede definirse como el conjunto de acciones necesarias para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento se hidrate y el concreto alcance sus propiedades potenciales, estas condiciones se refieren básicamente a la humedad y a la temperatura.

Por lo tanto el agua de curado constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente al cemento. La que generalmente se usa es el agua potable.



Ilustración 5: Agua de curado utilizado en esta investigación

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

## 3.8. Concreto

### 3.8.1. Generalidades

El concreto es básicamente una mezcla de componentes: agregados y pasta.

**La pasta**, está compuesta de Cemento, aire atrapado o aire incluido intencionalmente, y agua. Ordinariamente, la pasta constituye del 25 al 40 % del volumen total del concreto. El contenido de aire y concretos con aire incluido puede llegar hasta el 8% del volumen del concreto, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso.

Esta pasta une a los agregados (**arena, grava o piedra triturada y residuo triturado de PVC, tal es el caso de nuestra investigación**) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el Cemento y el agua.

Como los agregados constituyen aproximadamente el 60 al 75 % del volumen total del concreto, su selección es importante. Los agregados deben consistir en partículas con resistencia adecuada así como resistencias a condiciones de exposición a la intemperie y no deben contener materiales que pudieran causar deterioro del concreto. Para tener un uso eficiente de la pasta de cemento y agua, es deseable contar con una granulometría continua de tamaños de partículas.

La calidad del concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta. En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta y también todos los espacios entre partículas de agregado.

Entre menos agua se utilice, se tendrá una mejor calidad de concreto - a condición que se pueda consolidar adecuadamente. Menores cantidades de agua de mezclado resultan en mezclas más rígidas; pero con vibración, aun las mezclas más rígidas pueden ser empleadas. Para una calidad dada de concreto, las mezclas más rígidas son las más económicas. Por lo tanto, la consolidación del concreto por vibración permite una mejora en la calidad del concreto y en la economía.

El concreto de buena calidad es aquél que une a la resistencia mecánica solicitada, la durabilidad que lo mantenga en buenas condiciones durante el tiempo de la obra en servicio, y es obtenido a un precio razonable de modo que no pueda ser reemplazado por otro material.

Se le reconoce en dos estados físicos:

***El Hormigón Fresco***, que es mientras se mantiene en estado plástico cuando aún no ha iniciado el proceso de fraguado. Si esta resistencia no supera los 3,4 MPa (35 kg/cm<sup>2</sup>) se dice que no se inició el fraguado, y es lo que se llama el período o momento reológico

del concreto, caracterizado porque en él se produce un verdadero acomodamiento de las partículas que lo constituyen, en ese medio semilíquido en que se están gestando las reacciones químicas producidas por la hidratación del cemento. Un concreto con los mismos materiales constituyentes, con un período reológico más prolongado, tendrá mayor resistencia y en general mejores atributos de calidad.

***El Hormigón Endurecido***, se caracteriza por su dureza y rigidez, que se produce cuando termina el fraguado, momento que se puede medir con el ensayo ya mencionado, y que está fijado por la misma Norma en 27.4 MPa (280kg/cm<sup>2</sup>) de resistencia a la penetración, a partir de la cual el conjunto de materiales granulares, pulverulentos y aguas se ha convertido en una verdadera piedra artificial.

La resistencia mecánica deberá estar acorde con las necesidades de la estructura. El concreto, se controla por su resistencia a compresión simple en probetas cilíndricas normalizadas (curado húmedo) ensayadas a 28 días, los resultados de estos ensayos son la base para determinar la calidad del concreto, ya que a medida que su valor tiende a aumentar también aumentan otras cualidades muy importantes propias de este material, tales como la Durabilidad, la Impermeabilidad y la Terminación superficial, como las más destacadas.

### **3.8.2. Caracterización del concreto fresco**

Debido a su versatilidad, durabilidad, resistencia y economía, el concreto es el material de construcción más usado en el mundo.

Lamentablemente, estas prestaciones no se muestran en muchas obras, debido a un inadecuado control de calidad durante su construcción.

Para asegurar la calidad, se requiere controlar en forma efectiva, los procesos de diseño, producción, colocación y curado del concreto, así como las técnicas de muestreo, prueba y aceptación. Por eso el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, al igual que el código ACI 318, y actualmente y en forma creciente tanto las empresas que producen y construyen con concreto, como los que fiscalizan, requieren la aplicación de las siguientes normas ASTM.

Tabla 1: Normas para la Caracterización del Concreto Fresco

| <b>ASTM</b> | <b>MATERIA</b>  |
|-------------|---|
| C172        | Procedimiento para el muestreo del hormigón fresco  |
| C143        | Método del asentamiento del cono de Abrams  |
| C138        | Determinación del peso unitario, rendimiento y contenido de aire por el método gravimétrico |
| C231        | Determinación del contenido de aire del hormigón fresco por el método de presión            |
| C173        | Determinación del contenido de aire del hormigón fresco por el método volumétrico           |
| C31         | Preparación y curado de probetas de hormigón en obra  |
| C1064       | Medición de la temperatura del hormigón fresco  |

Fuente: Folleto Técnico en Ensayos de Campo - Grado I

La adecuada realización de estos ensayos mejora la confianza en los resultados obtenidos y asegura la exactitud en la identificación del concreto de buena calidad y de que esté cumpliendo con las especificaciones.

### **3.8.3. Especificaciones del Concreto**

Las especificaciones técnicas son el punto de partida para el diseño de los concretos, entre las propiedades más importantes que deben considerarse se tiene:

- Resistencia a la compresión
- Trabajabilidad del concreto fresco
- Velocidad de Fraguado
- Peso Específico

### **3.8.4. Resistencia del concreto**

La resistencia del concreto es su capacidad para oponerse a esfuerzos que se manifiestan por sollicitaciones a compresión, a tracción, a flexión, a flexo tracción y al corte.

La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de fundido, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a esos 28 días. En túneles es bastante frecuente utilizar la resistencia a los 7 días o menos, mientras en presas se suele utilizar como referencia la resistencia a los 56 días o más.

La resistencia del concreto se determina en muestras cilíndricas estandarizadas de 15cm. de diámetro y 30cm de altura, llevadas hasta la rotura mediante cargas incrementales relativamente rápidas.

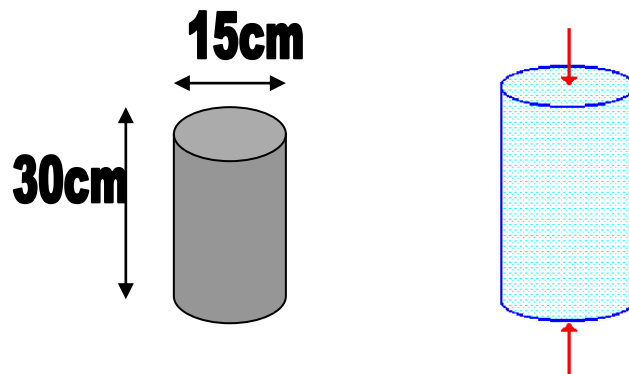


Ilustración 6: Medidas de un cilindro de concreto – resistencia a compresión.

Fuente: Diseño y Fabricación de Hormigones - M. Romo P, M. Sc

En lo que se refiere a la **resistencia característica** a la compresión de un concreto ( $f'_c$ ), utilizada en diseño estructural, se mide en términos probabilísticos, definiéndose que solamente un pequeño porcentaje de las muestras (normalmente el 5%) puedan tener resistencias inferiores a la especificada, lo que da lugar a que la **resistencia media** de las muestras ( $f_m$ ) siempre sea mayor que la resistencia característica<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> M. ROMO, Diseño y Fabricación de Hormigones.

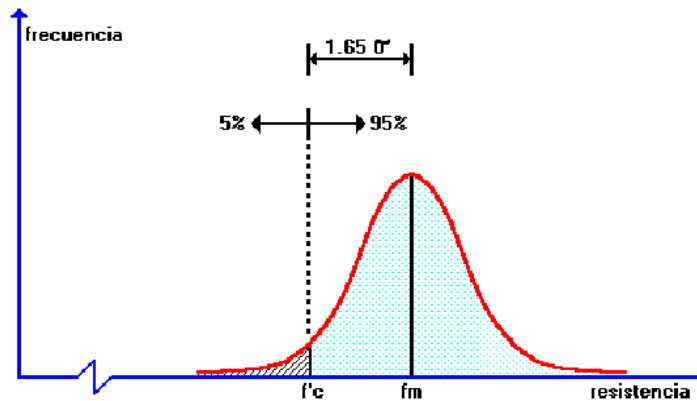


Ilustración 7: Campana de Gauss-Hormigón; Resistencia característica.

Fuente: Diseño y Fabricación de Hormigones - M. Romo P, M. Sc

Si se asume una distribución normalizada (campana de Gauss) de los ensayos de rotura de cilindros de concreto, la resistencia característica puede calcularse a partir de la resistencia media y la **desviación estándar** ( $\delta$ ), mediante la siguiente expresión:

$$f'c = fm - 1.34 * k * \delta$$

Uno de los requisitos más importantes que debe reunir un concreto en zonas sísmicas es su ductilidad, lo que en nuestro medio limita la utilización de concreto de resistencia media **fm** superior a 500kg/cm<sup>2</sup>, por ser sumamente frágiles (tienen muy poca deformabilidad en el rango de comportamiento plástico)<sup>2</sup>.

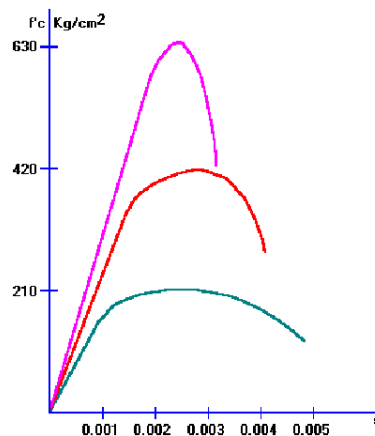


Ilustración 8: Ductilidad del concreto.

Fuente: Diseño y Fabricación de Hormigones - M. Romo P, M.Sc.

<sup>2</sup> M. ROMO, Diseño y Fabricación de Hormigones.

### 3.8.5. Trabajabilidad y consistencia del concreto fresco

La trabajabilidad es la cualidad en la cual el concreto en estado plástico debe tener una consistencia tal que permita su colocación rápida dentro de los encofrados. Las diferentes clases de trabajo requieren diversos grados de plasticidad y la forma, ancho y peralte de los encofrados, así como los espacios libres entre el refuerzo, son todos ellos factores determinantes en el grado de trabajabilidad requerido.

También se puede definir la trabajabilidad como la propiedad que presenta el concreto fresco para ser colocado y vibrado en cualquier molde. En cuanto al concreto endurecido, su resistencia y sobre todo su durabilidad, dependen directamente de una buena preparación, de un desencofrado perfecto y de una compactación adecuada, operaciones éstas que pueden llevarse a cabo de modo correcto sólo si la trabajabilidad es adecuada.

En cambio desde el punto de vista científico, **la consistencia** resulta del frotamiento interno del conjunto de las partículas suspendidas en el agua de amasado, y puede ser estimada prácticamente mediante el método del cono de Abrams

Mediante el ensayo correspondiente permite calificar la facilidad con que el concreto fresco puede fluir y clasificarlo entre rangos de consistencia muy definidos. La medida de la consistencia del concreto se hace normalmente con el ensayo que utiliza el Cono de Abrams, a lo cual se le denomina **asentamiento**, y es la diferencia entre la altura del cono que sirvió de molde y la del cono de concreto que se forma al retirar el molde.



Ilustración 9: Asentamiento en el cono de Abrams.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga



En la tabla 2 se indica los métodos más apropiados para cada sector de consistencia como también los valores característicos. Además en la tabla 3 se presenta la relación entre la trabajabilidad y la consistencia y sus respectivos rangos.

Tabla 2: Valores para las consistencias en los 2 métodos.

| <b>Campos<br/>de consistencia</b> | <b>Extendido<br/>E = Ø (mm)</b> | <b>Asentamiento<br/>A = s (mm)</b> |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Rígida                            | Inapropiada                     | Inapropiado                        |
| Plástica                          | 300-400                         | 10-70                              |
| Blanda                            | 410-500                         | 80-150                             |
| Fluida                            | > ó = 510                       | > ó = 160                          |

Fuente: A. Neville, Tecnología del Concreto

Tabla 3: Relación entre la trabajabilidad y la consistencia.

| <b>TRABAJABILIDAD</b> | <b>RANGO DE<br/>CONSISTENCIA</b> | <b>ASENTAMIENTO<br/>A [cm]</b> | <b>DISCREPANCIA<br/>[cm]</b> | <b>COMPAC-<br/>TACIÓN</b>                      | <b>VIBRACIÓN</b>                  |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--|-----------------------------------|
| MUY BAJA              | Seca                             | $A \leq 2$ (Semiseco)          | ± 1,5                        | Compactado A Rodillo Para Uso Vial ( H.C.R.V.) | INTENSO DE SUPERFICIE O INMERSIÓN |
| BAJA                  | Semiseca                         | $2 < A \leq 5$ (Duro)          |                              | Apisonado Enérgico                             |                                   |
| MEDIA                 | Plástica                         | $5 < A \leq 10$ (Plástico)     | ± 2,5                        | Varillado O Apisonado Normal                   | NORMAL DE INMERSIÓN               |
| ALTA                  | Fluida                           | $10 < A \leq 15$ (Blando)      | ± 3,0                        | Varillado                                      | LEVE DE INMERSIÓN                 |
|                       | Muy Fluida                       | $15 \leq A$ (Fluido)           | ± 3,5                        | Varillado                                      | NO DEBEN VIBRARSE                 |

Fuente: A. Neville, Tecnología del Concreto

En el caso de un cambio en la fuente de aprovisionamiento de los agregados o en la curva granulométrica de los mismos, será necesario controlar los valores de consistencia prescritos para el trabajo en curso.

Sobre la consistencia además de los aditivos muchos otros factores tienen influencia. La modificación de factores aislados o también la de un conjunto de ellos, no actúan solamente sobre la consistencia sino además sobre la resistencia (y otras características

más) del concreto, a menudo en sentido opuesto. La tabla 3 muestra los efectos sobre la consistencia y la resistencia al variar determinados parámetros de base del concreto.

Es inevitable que la mezcla se vaya rigidizando luego de terminada la fase de mezclado, hecho éste que se traduce en el empeoramiento de la trabajabilidad, dicho en otras palabras la trabajabilidad disminuye con el paso del tiempo.

Nótese al respecto que el valor nominal utilizado puede referirse al de finalización del mezclado o también al momento de abastecimiento en obra. Este efecto se nota sobre todo en presencia de condiciones atmosféricas particularmente calurosas, como así también operando con cemento de fraguado rápido.

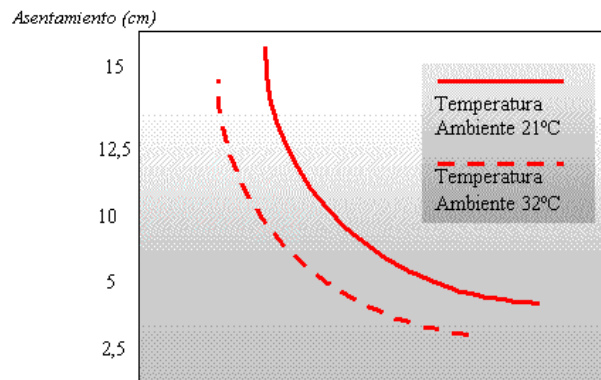


Ilustración 10: Asentamiento en función del tiempo.

Fuente: Diseño y Fabricación de Hormigones

M. Romo P, M.Sc.

Existen diferentes factores que afectan la trabajabilidad del concreto, a continuación se detalla los más importantes:

- Insuficiente cantidad de cemento, lo que quita plasticidad a la mezcla.
- Agregados con granulometrías discontinuas exigen más agua para una misma trabajabilidad.
- Agregados gruesos con formas alargadas (elongadas) y angulosas (lajosas), que pueden, son contraproducentes, dado que se incrementa la cantidad de pasta

requerida y la fricción entre partículas cuando es moldeado. Se deduce entonces que los agregados angulosos y lajosos también requieren mayor cantidad de agua para la misma trabajabilidad que los lisos y redondeados.

- Las mezclas con canto rodado son siempre más trabajables que mezclas similares con piedra partida.

### **3.8.6. Velocidad de fraguado**

Las características propias de la estructura que se desea fundir pueden dar lugar a la necesidad de acelerar o retardar el fraguado del concreto, para lo cual pueden utilizarse cementos especiales (muy poco utilizados en nuestro país) o aditivos acelerantes y retardantes<sup>3</sup>.

### **3.8.7. Peso específico**

La necesidad de disponer de un concreto ligero o pesado requerirá la utilización de agregados ligeros o pesados respectivamente. Los concretos ligeros podrían ser utilizados en losas de edificios altos, mientras que los concretos pesados podrían emplearse en anclajes de puentes colgantes, como bunker de cobertura de materiales radioactivos, o para almacenar materiales explosivos<sup>3</sup>.

### **3.8.8. Otras especificaciones**

#### **3.8.8.1. Durabilidad del concreto**

Expresa el comportamiento del material para oponerse a la acción agresiva del medio ambiente u otros factores como el desgaste, asegurando su integridad y la de las armaduras de refuerzo durante el período de construcción y después, a lo largo de toda la vida en servicio de la estructura.

---

<sup>3</sup> M. ROMO, Diseño y Fabricación de Hormigones.

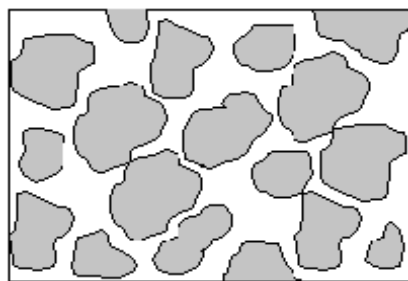
### 3.8.8.2. Impermeabilidad del concreto

Es una característica estrechamente ligada a la durabilidad y la que más colabora con ésta. La impermeabilidad es el resultado de disponer de un concreto compacto y uniforme, con la suficiente cantidad de cemento, agregados de buena calidad y granulometría continua, dosificación racional, relación agua/cemento lo más baja posible dentro de las condiciones de obra para permitir un excelente llenado de encofrados y recubrimiento de armadura, eliminando toda posibilidad de que queden en la masa bolsones de aire o nidos de abeja a fin de impedir que ingresen a la masa del concreto los elementos agresivos que pudieran afectar en algo o considerablemente su resistencia..

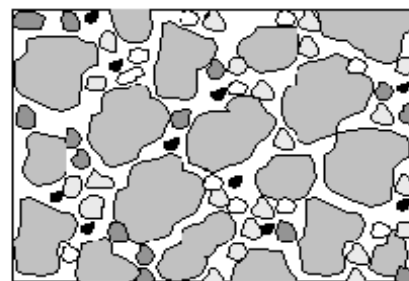
### 3.8.8.3. Porosidad del concreto

Una mezcla de agregados bien proporcionada, que sigue una curva granulométrica continua, producirá un concreto de buena trabajabilidad, elevada cohesión y una reducida tendencia a la segregación. Al mismo tiempo ésta será poco porosa y por lo tanto dispondrá de una durabilidad prolongada

Las mezclas a granulometría discontinua deberían ser utilizadas solamente en casos especiales donde se apunta a ventajas específicas, como por ejemplo un mejor comportamiento al bombeo. Para este tipo de composición es absolutamente necesario que las fracciones granulométricas hayan sido clasificadas con cuidado.



*Un hormigón monogranular presenta un elevado tenor de vacíos: su porosidad es elevada (representación esquemática)*



*Un hormigón con granulometría continua presenta un tenor de vacíos óptimo: su porosidad es reducida (representación esquemática)*

Ilustración 11: Diferentes porosidades del hormigón.

Fuente: A. Neville, Tecnología del Concreto

### **3.8.8.4. Curado del concreto**

#### **3.8.8.4.1. Generalidades**

De las operaciones necesarias para la ejecución de elementos de concreto, posiblemente sea el curado la más importante, por la influencia decisiva que tiene en la resistencia y demás cualidades del elemento final.

Durante el proceso de fraguado y primeros días de endurecimiento, se producen pérdidas de agua por evaporación, creándose una serie de huecos o capilares en el concreto que disminuyen su resistencia. Para compensar estas pérdidas y permitir que se desarrollen nuevos procesos de hidratación con aumento de resistencias, el concreto debe curarse con abundancia de agua.

Mantener el concreto húmedo se denomina: "**curado del concreto**", este curado deberá comenzar inmediatamente después de efectuadas las operaciones de terminación de las superficies expuestas. El agua para el curado debe ser apta para el fin que con ella se persigue.

La duración e intensidad del curado dependen, fundamentalmente, de la temperatura y humedad del ambiente, así como de la acción del viento y del soleamiento directo.

#### **3.8.8.4.2 Concepto**

El curado consiste en propiciar y mantener un ambiente de apropiada temperatura y contenido de humedad en el concreto recién colocado, de modo que éste desarrolle el potencial de las propiedades que se esperan de él. Un concreto curado adecuadamente alcanzará su máxima resistencia y durabilidad, será más impermeable y tendrá menor riesgo de fisuración.

Las medidas habituales que contribuyen a la protección y el curado del concreto son:

- Retardar el desencofrado.
- Cubrir con láminas plásticas.
- Cubrir con paños aislantes.
- Cubrir con un estrato protector de manera de mantener la humedad (yute, paños geotextiles).
- Regar continuamente con agua (aplicar en forma de rocío cuando el hormigón está aún fresco).
- Inundar los elementos de hormigón con agua cuando sea posible.
- Combinar dos o más métodos de protección.
- Lo más importante del curado es que debe ser continuo, y abarcar desde el final del hormigonado hasta un número de días que dependerá del medio ambiente circundante y de las características del concreto. Sin embargo bajo ninguna condición deberá ser inferior a 7 días como mínimo.

La falta de protección y curado tiene, entre otras, a las siguientes consecuencias no deseables:

- Aparición de importantes fisuras antes de finalizar el fraguado del concreto
- Reducción de la impermeabilidad y de la durabilidad.
- Pérdida de resistencia mecánica.
- Disminución de la resistencia al desgaste

#### **3.8.8.4.3. Métodos de curado**

Hoy en día existen diversos métodos, procedimientos y materiales para el curado, sin embargo, el principio es el mismo: garantizar un contenido satisfactorio de humedad y temperatura para que se desarrollen las propiedades deseadas en el concreto. Los sistemas de curado se pueden dividir en dos grandes grupos:

**Curado con agua.** Continua o frecuente aplicación de agua por inundación, nebulización, vapor o materiales saturados (como sacos de arpillera, arena húmeda, etc.).

***Materiales sellantes.*** Evitan la pérdida excesiva de agua superficial mediante películas protectoras como polietileno o papel, o bien, mediante la aplicación de compuestos de curado formadores de membrana sobre el hormigón recién colocado.

El *curado con agua*, sigue siendo el método más efectivo que se utiliza. Sin embargo, cuando se opta por este método deben considerarse los aspectos económicos del procedimiento, puesto que la disponibilidad de agua, mano de obra y materiales influirán en los costos. Cualquiera sea el método elegido de curado con agua, éste debe proporcionar una cubierta completa y continua de agua libre de componentes que puedan dañar la pasta de cemento.

Si el aspecto del hormigón es un factor relevante, el agua además debe estar libre de materiales que manchen o decoloren el hormigón. Se deben evitar los choques térmicos o fuertes gradientes de temperatura por el empleo de agua fría sobre el hormigón. De esta manera de curar a las probetas cilíndricas de hormigón se desprenden varias modalidades entre las cuales están:

- ***Inundación o inmersión.***- Aunque cada vez es menos frecuente, el método más eficiente de curado con agua es la inundación o inmersión total del hormigón. La inundación se puede emplear en losas de piso, pavimentos, techos planos, y en cualquier superficie donde es posible retener el agua o donde exista una corriente continua de agua, o a su vez los cilindros de hormigón en la piscina de curado. Es importante evitar la pérdida prematura o súbita del agua. Además, si el agua de curado está muy fría respecto del hormigón se puede producir un choque térmico, que puede generar agrietamiento. Para evitar esto, el agua no debe estar más fría que el hormigón en 10° C.

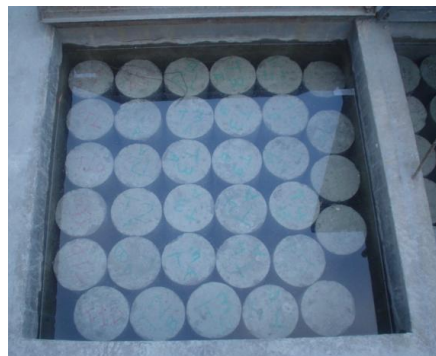


Ilustración 12: Curado por inmersión o inundación.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

- ***Nebulización o rocío.***- En general, la nebulización es un buen método de curado cuando la temperatura ambiente es superior a unos 10°C. Los regadores de jardín son muy efectivos cuando no hay que preocuparse por el costo del agua. El rociado debe ser continuo y debe evitarse la intermitencia. El rocío con mangueras es útil en superficies verticales, aunque se debe evitar la erosión superficial.
- ***Cubiertas de material absorbente.***- Sacos, arpilleras, mantas de algodón, alfombras y otras cubiertas absorbentes también resultan útiles en la retención del agua superficial del concreto. Estos materiales deben estar libres de sustancias que dañen y decoloren el concreto, como azúcar o fertilizantes (se recomienda lavarlos antes de su uso, haciéndolos además más absorbentes). Debe considerarse que mientras más pesado el saco, más agua retendrá y será necesario mojarlo con menor frecuencia. Es conveniente colocar los sacos traslapados, proporcionando mejor retención de humedad y estabilidad contra el viento o lluvia. Deben tomarse medidas para evitar la putrefacción y la acción del fuego.

#### **3.8.8.4.4. Efecto del curado sobre la resistencia y durabilidad**

Tanto en terreno como en laboratorio se ha comprobado que un curado deficiente disminuye la resistencia y la durabilidad del concreto. Varios estudios muestran que probetas sin curar pueden registrar disminuciones de resistencia a compresión a 28 días de edad de hasta un 40% con respecto a probetas curadas adecuadamente. También se ha determinado que mientras mayor es el retraso en el inicio del curado mayor será la pérdida de resistencia, observándose, por ejemplo, que probetas curadas a partir del tercer día de edad alcanzan sólo un 85% de su resistencia potencial.

Aunque no existe una conclusión clara al respecto, la pérdida de resistencia a los 28 días de edad por efecto del curado parece estar relacionada directamente con las condiciones de humedad de los tres primeros días y en menor medida con la temperatura. Se debe tener presente que la resistencia a la flexo tracción es mucho más sensible a las condiciones de curado y contenido de humedad de las probetas al momento del ensayo que en el caso de la compresión.



Mientras que en épocas lluviosas o húmedas se requiere relativamente poco esfuerzo para obtener un buen curado, en condiciones de poca humedad y alta temperatura se deben tomar medidas especiales para evitar pérdidas excesivas de agua en el concreto. En otras palabras para obtener un producto de calidad siempre será necesario curar adecuadamente el concreto. En obra generalmente deberán tomarse medidas para garantizar el curado, y sólo en condiciones excepcionalmente favorables de temperatura y humedad estas medidas pueden no ser requeridas (curado al aire húmedo).

A menos que las especificaciones del proyecto indiquen otra cosa, los métodos naturales de curado como lluvia, neblina y en general exposición a un ambiente de alta humedad y moderadas temperaturas (en todo caso superiores a 10°C e inferiores a 30°C), proporcionará un curado adecuado cuando su efecto sea al menos equivalente a conservar húmedo el concreto durante 5 días para elementos fabricados con cementos de alto grado de resistencia y 7 días con cementos de grado de resistencia moderado.

## IV. METODOLOGÍA

En todo el proceso de investigación las estrategias metodológicas están orientadas a resolver cada uno de los objetivos planteados para ésta investigación, para lo cual hemos optado por utilizar la experimentación como teoría científica, acompañado de algunos métodos que se detallan a continuación los cuales facilitan dar solución al problema planteado.

*Método Inductivo Deductivo.*- Este método es utilizado porque permite, identificar los problemas, identificando cuales son las causas de dicho fenómeno, extraer conclusiones lo que le aprueba visualizar el problema de lo general a lo particular.

*Método Analítico Sintético.*- Se utiliza porque relaciona hechos aparentemente aislados, analiza a cada uno de ellos por separado, describiendo a cada uno de estos de acuerdo a sus características, permitiendo realizar un estudio conjunto, integrar el conocimiento y llegar a la comprensión.

*Método Dialéctico.*- Este método utilizamos porque permite confrontar los datos obtenidos, conocer la realidad, lo que servirá de base para realizar una propuesta de elaboración de un nuevo archivo en base a conocimientos científicos.

### 4.1. Tipo de Estudio

*Experimental.*- Recibe este nombre la investigación que obtiene su información de la actividad intencional realizada por el investigador y que se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de crear el fenómeno mismo que se indaga, y así poder observarlo.

Los niveles de investigación aplicados en este trabajo investigativo se detallan a continuación:

*Investigación exploratoria.*- Recibe este nombre la investigación que se realiza con el propósito de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada y encontrar los procedimientos adecuados para elaborar una investigación posterior.

*Investigación descriptiva.* Mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus

características y propiedades. Combinada con ciertos criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio *Investigación básica*. También recibe el nombre de investigación pura, teórica o dogmática. Se caracteriza porque parte de un marco teórico y permanece en él; la finalidad radica en formular nuevas teorías o modificar las existentes.

Además de ello las principales fuentes de información usadas son:

*Primarias*: Información obtenida de ensayos y pruebas en el laboratorio de Ensayo de Materiales de Estudios Especializados y Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNACH.

*Documental*: libros, textos, Internet.

## **4.2. Población y Muestra.**

### **4.2.1 Población.**

La población con la que se cuenta para este estudio es de 144 probetas de concreto elaborado con residuos triturados de policloruro de vinilo, los mismos que serán ensayados para obtener su resistencia y propiedades.

### **4.2.2. Muestra.**

Son 22 muestras (diseños) las cuales servirán para preparar probetas de concreto las mismas que deben ensayarse a las edades que a continuación se detalla: 48 probetas a los 7 días, 12 probetas a los 14 días, 12 probetas a los 21 días y 56 probetas de concreto a los 28 días.

Al final se elaborarán cuatro probetas para cada edad, las mismas que serán ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días después del proceso de curado, de esta manera obtener la resistencia característica y definir las propiedades del concreto con residuos triturados de policloruro de vinilo.

### **4.3. Procedimientos.**

De acuerdo a la investigación los autores somos los que hemos realizado todo el proceso de desarrollo del trabajo, el mismo que se llevó a cabo en las instalaciones de Estudios Especializados Laboratorio de Ensayo de Materiales - Mecánica de suelos-Pavimentos-Perforación de pozos y en el laboratorio de Ensayo de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil de la UNACH, en donde realizamos diversos ensayos como:

- Muestreo de Agregados
- MUS del cemento (Basado en la Norma INEN 858)
- Peso Específico del cemento (Norma INEN 156)
- MUS de Agregados: Fino y Grueso (Norma INEN 858)
- Peso Específico Agregado Fino (Norma INEN 856)
- Peso Específico Agregado Grueso (Norma INEN 857)
- Capacidad de Absorción Agregado Fino (Norma INEN 856)
- Capacidad de Absorción Agregado Grueso (Norma INEN 857)
- Contenido de Humedad de Agregados Fino y Grueso (Norma INEN 862)
- Densidad óptima de agregados (Basado en la Norma INEN 858)
- Dosificación y Diseño mezcla de Concreto
- Ensayos de Concreto Fresco (Normas ASTM C-172, C-1064, C-143, C-231, C-173, C138, C-31)

Las técnicas que utilizamos son la observación y experimentación, se recopilaron todos los datos y resultados mediante informes tabulados en una hoja de cálculo para su debida interpretación, y de esta manera elaborar el diseño de vivienda popular en el programa de análisis y diseño estructural con las características del concreto con material reciclado.

Los instrumentos utilizados para cada ensayo se describen detalladamente en cada uno de los procedimientos en el literal 4.4

### **4.4. Procesamiento y Análisis.**

El análisis de los contenidos es una técnica para estudiar y analizar los resultados (procesamiento) de manera objetiva, sistemática. Este análisis de datos se lo realiza en

íntima relación con los conceptos y categorías desarrolladas en el Marco Teórico conceptual y referencial. Esto permite encontrar una respuesta al problema de la investigación, de hecho se debe tener presente por ejemplo: cuál es el contexto en que se deberá presentar los resultados; quienes son los usuarios de los resultados; cuales son las características de los resultados.

Cada uno de los análisis de acuerdo al ítem, es representado en un gráfico estadístico, acompañado de una denominación, adjuntando la fuente.

Mediante la utilización de procedimientos estadísticos los mismos que suministran medios valiosos para la apreciación de los resultados de las pruebas realizadas, nos permite ratificar los criterios y las especificaciones de diseño.

#### **4.4.1 Materiales**

##### **4.4.1.1. Cemento “Chimborazo”**

###### **4.4.1.1.1. Generalidades**

El Cemento, es elaborado en la fábrica Cemento Chimborazo C. A. con su presentación de 50kg, el cual satisface ampliamente las especificaciones de las Normas Técnicas



Ilustración 13: Presentación de un saco de 50kg.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Este cemento es recomendable para todo tipo de obras desde la autoconstrucción hasta aquellas donde se requiere de alta ingeniería y arquitectura, usándose también en construcciones u obras grandes, es decir es un cemento para uso general.

#### 4.4.1.1.2. MUS (Masa unitaria suelta del cemento- basada en Norma INEN 858 )

La masa unitaria suelta consiste en la determinación de la masa por unidad de volumen del cemento en condición suelta, este ensayo que se realiza antes de realizar la dosificación para un concreto.

El instrumental es: *Varilla de compactación*, que debe ser metálica, recta de sección circular de 16mm de diámetro y de aproximadamente 600mm de longitud, con el extremo redondeado en forma semiesférica; *Recipiente de medida*, debe tener una forma cilíndrica de metal, de preferencia provista de manijas; *Balanza*, en este caso de 20kg, sensibilidad 0.001kg; *Agua*, para obtener el volumen del recipiente y un *Recolector*, para manipular el elemento (cemento).



Ilustración 14: Instrumental para determinar la MUS del cemento.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

A continuación se describe el procedimiento de ensayo:

- a) Tomar el recipiente cilíndrico pequeño y determinar su masa
- b) Aforar el recipiente.
- c) Registrar la masa del recipiente más agua.
- d) Calcular el volumen del recipiente.
- e) Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- f) Llenar el recipiente con una porción de cemento; en forma lenta y progresiva.
- g) Nivelar la superficie del recipiente, con la varilla.
- h) Determinar la masa del recipiente más agregado.
- i) Repetir los pasos *f*, *g* y *h* dos veces más.
- j) Calcular el promedio de las masas unitarias sueltas.

k) Calcular y tabular la masa suelta del cemento.

#### 4.4.1.1.3. Peso Específico ( INEN 156)

Para realizar este ensayo se debe de tener como instrumentos:

*Frasco Le Chatelier*, que debe estar completamente seco, sobre todo de partículas de agua para evitar de esta manera que se endurezca el cemento dentro del mismo; *Balanza*, en este caso de 311g., precisión 0,01g; *Gasolina*, para obtener el peso específico del cemento; *Termómetro*, graduado con divisiones de 0,1°C; y *Recipientes plásticos pequeños*, para manipular el elemento (cemento).



Ilustración 15: Instrumental para determinar el Peso Específico del cemento.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

A continuación se describe el procedimiento de ensayo:

- a) Encerar y calibrar la balanza
- b) Pesar alrededor de 64 de cemento con una aproximación de 0,01g.
- c) Llenar el frasco con gasolina hasta un punto en la parte baja del cuello entre las marcas  $0\text{cm}^3$  y  $1\text{cm}^3$ . Si es necesario se debe secar el interior del frasco sobre el nivel del líquido después de llenarlo.
- d) Registrar la primera lectura después de sumergir el frasco en un baño de agua a temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- e) El cemento previamente pesado se introduce en pequeños incrementos a la misma temperatura del líquido, evitando salpicaduras, cuidando que el cemento no se adhiera al interior del frasco y realizando pequeñas vibraciones para evitar que el cemento se atasque en el cuello del frasco

- f) Después de que el cemento ha sido introducido, colocar el tapón del frasco, y rodarlo en posición inclinada, o suavemente girarlo en círculos horizontales, de manera de liberar el aire hasta que no suban burbujas a la superficie del líquido.
- g) Registrar la lectura final después de que el frasco ha sido sumergido en el baño de agua a la misma temperatura que fue tomada la lectura inicial.
- h) Sumergir el frasco en un baño de agua a temperatura constante por periodos de tiempo suficientes, con el fin de evitar variaciones de temperatura en el frasco mayores a 0,2°C. entre las lecturas inicial y final.

#### **4.4.1.2. Agregados**

##### **4.4.1.2.1. Definición**

Debido a que el concreto está constituido en su mayor parte con agregados, estos no son menos importantes que la pasta de cemento endurecida, el agua libre, el aire naturalmente atrapado o los aditivos.

Por el contrario, gran parte de las características del concreto, tanto en estado plástico como en estado endurecido, dependen de las características y propiedades de los agregados.

En el sentido general de la palabra, los agregados, son aquellos materiales, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento en presencia de agua conforman un todo compacto (piedra artificial) conocida como concreto u hormigón.

##### **4.4.1.2.2 Masa unitaria suelta - Agregado fino. ( INEN 858 )**

Para efectuar este ensayo se debe de tener como instrumentos:

*Varilla de compactación*, que debe ser metálica, recta de sección circular de 16mm de diámetro y de aproximadamente 600mm de longitud, con el extremo redondeado en forma semiesférica; *Recipiente de medida*, el mismo que debe tener una forma cilíndrica de metal, de preferencia provista de manijas; *Balanza*, en este caso de 20kg, sensibilidad 0.001kg ; *Agua*, para obtener el volumen del recipiente y *un Recolector*, para manipular el árido fino.





Ilustración 16: Instrumental para determinar la MUS del A. Fino.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

A continuación se describe el procedimiento de ensayo:

- a) Encerar la balanza, para luego tomar el recipiente adecuado de acuerdo al tipo de elemento, en este caso el agregado fino (agregado fino mina de Cerro Negro y Penipe), y determinar su masa.
- b) Aforar el recipiente con agua y cubrirlo con una placa de vidrio; para evitar el exceso de agua y eliminar las burbujas de aire
- c) Registrar la masa del recipiente más agua y en seguida calcular el volumen del recipiente. Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- d) Llenar el recipiente con la arena procedente del muestreo una proporción lenta y progresiva. Nivelar la superficie del recipiente, con la varilla de compactación, mediante movimientos perpendiculares.
- e) Determinar y registrar la masa del recipiente más el árido fino.
- f) Repetir los pasos dos veces más, calcular el promedio de las masas unitarias sueltas, y tabular la masa del agregado fino para luego calcular la MUS masa unitaria suelta del agregado fino.

#### **4.4.1.2.3. Masa unitaria suelta - Agregado grueso ( INEN 858)**

De igual manera al ensayo con agregado fino se debe de tener como instrumentos: *una varilla de compactación*, que debe ser metálica, recta de sección circular de 16mm de diámetro y de aproximadamente 600mm de longitud, con el extremo redondeado en

forma semiesférica; *un recipiente de medida*, mismo que debe tener una forma cilíndrica de metal, de preferencia provista de manijas; *una balanza*, en este caso de 150kg, sensibilidad 50g; *agua*, para obtener el volumen del recipiente y *un recolector* para manipular el agregado grueso



Ilustración 17: Instrumental para determinar la MUS del A. Grueso.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El procedimiento luego de tener los materiales necesarios es el siguiente:

- Encerar la balanza, para luego tomar el recipiente adecuado de acuerdo al tipo de elemento, en este caso el árido grueso (ripio triturado proveniente de la mina de Cerro Negro), y determinar su masa.
- Aforar el recipiente con agua y cubrirlo con una placa de vidrio; para evitar el exceso de agua y eliminar las burbujas de aire.
- Registrar la masa del recipiente más agua y en seguida calcular el volumen del recipiente. Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- Llenar el recipiente con el ripio triturado procedente del muestreo en una proporción lenta y progresiva.
- Nivelar la superficie del recipiente, con la varilla de compactación, mediante movimientos perpendiculares.
- Determinar y registrar la masa del recipiente más el árido grueso. Repetir dos veces más.
- Calcular el promedio de las masas unitarias sueltas, y tabular la masa del agregado grueso. Finalmente calcular la MUS del agregado grueso.

#### 4.4.1.2.4. Peso Específico del Agregado fino ( INEN 856 )

Para encontrar en el laboratorio los datos del Peso Específico necesitamos los siguientes instrumentos: *Balanza*, que tenga una capacidad de 1kg o más, la tenemos con capacidad de 3200g, una sensibilidad de 0.01g; *un picnómetro* de 500cm<sup>3</sup> de capacidad; *un molde, (truncocónico)*; metálico, de 40 + 3mm de diámetro interior superior, 90 + 3mm de diámetro inferior, 75+3mm de altura., siendo el espesor del metal debe ser por lo menos de 0.8mm; *una varilla de compactación*, que debe ser metálica, recta de sección circular de 16mm de diámetro y de aproximadamente 600mm de longitud, con un extremo redondeado en forma semiesférica



Ilustración 18: Instrumental para el Peso Específico del A. fino.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación:

- a) Pesar aproximadamente 1.000g de árido fino, para luego sobresaturar la muestra del mismo llenando el recipiente con agua durante 24 horas.
- b) Luego de transcurrido este período de tiempo, retirar el agua contenida en el recipiente, con la precaución de evitar la pérdida de finos.
- c) Luego secar la muestra esparciéndola sobre una superficie plana, revolviéndola continuamente para obtener un secado uniforme.

- d) Tomar el molde troncónico y asentarlo en una superficie lisa no absorbente, llenarlo en su totalidad con una parte del árido fino parcialmente seco para finalmente apisonar 25 veces con la varilla de compactación.
- e) Levantar el molde en forma lenta y vertical; si la muestra conserva la forma del molde significa que la muestra todavía contiene humedad superficial, con lo que continuamos revolviendo la muestra hasta que el árido se desmorone un poco al retirar el molde, obteniendo así su estado de superficie saturado seco (SSS).
- f) Pesar el picnómetro vacío, para luego tomar una cierta cantidad de la muestra en SSS (300 - 500g aproximadamente) e introducirla inmediatamente en el picnómetro; registrar el peso del picnómetro más árido en SSS.
- g) Llenar con agua el picnómetro hasta un 90% de su capacidad, y enseguida agitar el mismo con movimientos lentos circulares para eliminar las burbujas de aire.
- h) Completar el nivel de agua hasta su aforamiento es decir hasta la marca de los 500 cm<sup>3</sup>; con la ayuda de una pipeta, pesar y registrar el conjunto picnómetro, agua y muestra.
- i) Vaciar el picnómetro, limpiarlo y secarlo cuidadosamente. Posteriormente tabular la masa del picnómetro calibrado (llenarlo hasta la marca de 500cm<sup>3</sup> con agua destilada).
- j) Calcular y tabular Masa del árido en SSS, Volumen Desalojado y finalmente el Peso Específico

#### **4.4.1.2.5. Peso Específico del Agregado grueso ( INEN 857 )**

Para realizar el procedimiento en el laboratorio necesitamos los siguientes instrumentos: *Balanza*, que tenga una capacidad de 5kg o más, la tenemos con capacidad de 20kg, una sensibilidad de 0.001kg; *una varilla de compactación*, que debe ser metálica, recta de sección circular de 16mm de diámetro y de aproximadamente 600mm de longitud, con el extremo redondeado en forma semiesférica



Ilustración 19: Instrumental para determinar peso específico del A. grueso.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El proceso se lo expone a continuación:

- a) Lavar la muestra destinada para el ensayo, para eliminar recubrimientos superficiales de las partículas, y luego sumergir en agua el árido grueso empleando un recipiente lo suficientemente adecuado para el efecto, durante un período de 24 horas.
- b) Retirar la muestra del agua y secarla con una franela, hasta eliminar la capa visible de agua; obteniendo así su estado de superficie saturado seco (SSS). Se tendrá especial cuidado de evitar la evaporación del agua contenida en los poros del agregado.
- c) Determinar el peso del recipiente que contendrá el agregado en SSS, para luego depositar el agregado en SSS en el recipiente anteriormente mencionado y registrar el peso de la muestra en SSS.
- d) Pesar la canastilla vacía sumergida en el agua, y colocar inmediatamente el agregado en SSS en la canastilla de alambre para registrar el peso sumergido en agua. No olvidar que se deben eliminar las burbujas de aire atrapado en la canastilla con movimientos lentos.
- e) Calculamos la masa del agregado en SSS, masa del árido grueso en agua, volumen desalojado y posteriormente el peso específico del árido.

#### 4.4.1.2.6. Capacidad de absorción del Agregado fino ( INEN 856 )

Este ensayo al igual que los anteriores son de suma importancia para determinar las propiedades de los materiales utilizados en el diseño del concreto, para obtener los resultados en laboratorio se utilizaran los siguientes instrumentos: *Balanza*, que tenga una capacidad de 1kg o más, la tenemos con capacidad de 3200g, una sensibilidad de 0.01g; *bandejas*, para depositar la muestra del agregado fino, *un horno* capaz de mantener constante una temperatura de por lo menos 105°C+- 5°C.



Ilustración 20: Instrumental para la capacidad de absorción del A. fino.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación:

- a) Determinar la masa del recipiente donde se depositará la muestra de agregado fino.
- b) Tomar una porción del material en estado SSS y depositarla en el recipiente de masa conocida; registrar la masa del conjunto.
- c) Introducir el recipiente que contiene el árido fino al horno y someterlo a temperatura constante durante 24 horas.
- d) Retirar la muestra del horno y registrar nuevamente la masa del conjunto, recipiente y muestra seca.
- e) Calcular masa del árido en SSS, masa del árido seco, masa del agua contenida en el árido y finalmente determinamos la capacidad de absorción.

#### 4.4.1.2.7. Capacidad de absorción del Agregado grueso ( INEN 857 )

Otro de los ensayos realizado al agregado grueso consiste en encontrar su capacidad de absorción, para ello necesitamos en esta ocasión de los siguientes instrumentos, así tenemos: *Balanza*, que tenga una capacidad de 5kg o más, la tenemos con capacidad de 20kg, una sensibilidad de 0.001kg ; *bandejas* para depositar la muestra del agregado fino, *un horno*, capaz de mantener constante una temperatura de por lo menos 105°C +/- 5°C.



Ilustración 21: Instrumental para la capacidad de absorción del A. grueso.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación:

- a) Determinar la masa del recipiente donde se depositará la muestra de agregado grueso.
- b) Tomar una porción del material en estado SSS y depositarla en el recipiente de masa conocida; registrar la masa del conjunto.
- c) Introducir el recipiente que contiene el árido grueso al horno y someterlo a temperatura constante durante 24 horas.
- d) Retirar la muestra del horno y registrar nuevamente la masa del conjunto, recipiente y muestra seca.
- e) Calcular masa del árido en SSS, masa del árido seco, masa del agua contenida en el árido y finalmente determinamos la capacidad de absorción.

#### 4.4.1.2.8. Densidad óptima de agregados (Basado en norma INEN 858)

Al realizar el ensayo de densidad óptima de los agregados nos permite encontrar la máxima densidad al mezclar paulatinamente el agregado fino con el grueso, logrando encontrar en porcentaje las cantidades de los materiales a ser empleados en el diseño de concreto.

Como materiales a emplearse se tiene: *Balanzas*, que tenga una capacidad de 20kg con 0,001kg de sensibilidad, otra balanza con capacidad de 150kg con 50g. de sensibilidad ; *un recipiente de medida*, mismo que debe tener una forma cilíndrica de metal; *una varilla de compactación*, que debe ser metálica, recta de sección circular de 16mm de diámetro y de aproximadamente 600mm de longitud, con el extremo redondeado en forma semiesférica; *bandejas*, para depositar la muestra del agregado fino, agregado grueso y su mezcla.



Ilustración 22: Instrumental: densidad óptima de agregados.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El proceso para encontrar la densidad óptima es el que se describe a continuación:

- a) Tomar un recipiente adecuado de acuerdo al tipo de agregado y determinar su masa,
- b) Llenar el recipiente con agua hasta el punto de aforamiento y registrar la masa del recipiente más agua, para el cálculo de su volumen.
- c) Tomar una muestra de 35000g. de agregado grueso.
- d) Según los porcentajes y las cantidades que tenemos en este ensayo, debemos ir añadiendo el agregado fino a los 35000g. de agregado grueso.



- e) Mezclar bien. Una vez hecho esto depositar en el recipiente, una porción de mezcla (árido fino – árido grueso) hasta 1/3 de su altura, para posteriormente compactarlo con 25 golpes utilizando la varilla lisa y distribuirlos en toda la superficie de la mezcla, evitando golpear el fondo del recipiente.
- f) Volver a llenar el recipiente metálico hasta los 2/3 y repetir la operación de compactación, esta vez evitando introducir la varilla hasta la capa compactada anteriormente.
- g) Llenar el recipiente hasta rebosarlo y compactarlo nuevamente y nivelar la superficie del recipiente con la varilla de compactación, al igual que el paso anterior.
- h) Determinar la masa del recipiente más la mezcla, para luego depositar nuevamente esta porción de mezcla en nuestra bandeja después de haberlo pesado.
- i) En esta misma mezcla depositamos la segunda porción de árido fino según la cantidad registrada en la tabla y volvemos a repetir los pasos d, e, f, g; esto se realiza las veces que sean necesarias según el número de datos.
- j) Una vez realizado las adiciones que se muestran en las tablas calcular la masa de la mezcla y finalmente calcular la densidad aparente de la mezcla.

#### **4.4.1.2.9. Contenido de Humedad de Agregados Fino y Grueso (INEN 862)**

Este ensayo se lo debió realizar en dos partes, la primera 24 horas antes de realizar el diseño de concreto, y la segunda el día mismo del diseño. Para realizar este ensayo se necesita como materiales: *un horno* de secado capaz de mantener constante una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , *bandejas* para recoger el material, una balanza de 20kg con una sensibilidad de 0.001kg, la norma recomienda que sea sensible al 0.1% de la masa de la muestra de ensayo.



Ilustración 23: Instrumental: Contenido de humedad A. fino.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El procedimiento que se siguió para hallar el contenido de humedad del agregado fino se lo describe a continuación:

- a) Tomar una muestra representativa del árido a ensayar (aproximadamente 2000g. para árido fino y 5000g para árido grueso), siguiendo los procedimientos de muestreo.
- b) Pesar y registrar la masa del recipiente en el que se va a colocar el árido
- c) Registrar en el cuadro de tabulación el peso exacto de la muestra en estado natural más el recipiente, e identificar claramente la misma. Evitar la pérdida de humedad contenida en el material.
- d) Ingresar el árido contenido en el recipiente al horno y secar durante un lapso de 24 horas.
- e) Retirar la muestra del horno una vez transcurridas las 24 horas y registrar la masa del recipiente más árido seco. (Día del diseño). Calcular y registrar el contenido total de humedad.

#### 4.4.2. Colorimetría (INEN 855)

Otro de los ensayos realizado al agregado fino es encontrar la cantidad de materia orgánica que posee éste, para ello necesitamos de los siguientes instrumentos, *Balanza*, con capacidad de 3200g, una sensibilidad de 0.01g; Frascos para depositar la muestra del agregado fino, *Agua e Hidróxido de Sodio*



Ilustración 24: Instrumental colorimetría del agregado fino.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

- a) Pesar 970g. de agua y depositarla en un frasco adecuado para preparar el reactivo.

- b) Pesar 30g de Sosa Cáustica (NaOH), e introducirlo en el frasco que contiene el agua.
- c) Una vez mezclado el agua con el reactivo, esperar hasta que éste se disuelva completamente (aproximadamente 5 minutos).
- d) Depositar en el frasco Colorimétrico con una cierta cantidad de agregado fino ( $130\text{cm}^3$ ).
- e) Inmediatamente llenar el frasco con reactivo hasta la marca de los 200 ml.
- f) Limpiar la parte superior del frasco con un paño, para evitar posteriores daños al mismo.
- g) Agitar el frasco hasta eliminar el contenido de aire y dejarlo reposar
- h) Registrar la coloración producida luego de transcurrida 1 hora
- i) Dejar reposar el frasco durante un período de 24 horas, hasta observar la coloración de éste.

#### **4.4.3. Material Reciclado - Triturados de PVC**

El procedimiento para la determinación de: masa unitaria suelta, peso específico, absorción, contenido de humedad; es el mismo descrito tanto para agregados fino y grueso, basados bajo los mismos parámetros y normas.

#### **4.4.4. Diseño y producción del concreto**

##### **4.4.4.1. Dosificaciones**

Dosificar un concreto consiste en encontrar las cantidades de los componentes que deben combinarse para producir una mezcla homogénea que cumpla con las condiciones de resistencia, durabilidad, economía y otras que se le impongan previamente, es decir la dosificación de una mezcla es función de los materiales que se van a usar y de la obra particular que se ha de construir con esa mezcla.

Los aspectos que deben tomarse en cuenta para llegar a determinar la dosificación de un concreto, entre otros son: disponibilidad de los materiales, su costo de extracción y

manipuleo, las condiciones locales en las que deben desenvolverse el personal y equipo utilizado, las características de la obra, los requerimientos de manejabilidad (trabajabilidad), colocación y compactación del concreto y las propiedades físicas y mecánicas que este debe poseer una vez endurecido, tales como durabilidad, estabilidad de volumen, porosidad, impermeabilidad, color; resistencia: a la compresión, cortante, abrasión, a la intemperancia, aguas o suelos agresivos, cambios de temperatura, humedad, congelación y deshielos; a condiciones particulares, etc.

#### **4.4.4.2. Método de la densidad óptima**

Este método se fundamenta en la consideración general de crear una roca artificial mediante el relleno de espacios vacíos que simultáneamente dejan los agregados, para ser llenados con pasta de agua y cemento, bajo las siguientes consideraciones:

- a) Una tabla empírica, basada en la experiencia, la que nos permite obtener la relación agua – cemento en función de la resistencia a obtenerse en el concreto.
- b) Un volumen aparente del agregado grueso que contiene un cierto porcentaje de vacíos entre partículas, que debe ser llenado por agregado fino.
- c) La mezcla de agregado grueso y fino, correspondiente a su densidad óptima, deja un porcentaje de vacíos que deben ser llenados por la pasta de cemento y agua. Pero esta pasta no solo debe ocupar los vacíos que deja la mezcla de agregados, sino que debe recubrir todas y cada una de las partículas, constituyendo el enlace o nexo de unión entre partículas.

La importancia fundamental de este método es que se puede aplicar al diseño de mezclas con granulados de “deficiente” granulometría, el procedimiento que se sigue para elaborar concretos usando este método es el siguiente:

El *primer paso* es contar con las condiciones impuestas al diseño de la mezcla o, al menos, las características de la obra que se va a ejecutar. Las condiciones a saber son:

resistencia a la compresión a los 28 días, condiciones de exposición ambiental, asentamiento, etc.

El *segundo paso* es el de obtener de un laboratorio especializado o de uno de campo bien equipado los siguientes datos: las densidades en estado SSS de los granulados; la densidad aparente de los agregados, la densidad óptima, el porcentaje de absorción y el contenido de humedad de los agregados (para la corrección de la cantidad de agua de mezclado), el tipo y la densidad del cemento; con estos datos se procede a calcular de la siguiente manera:

- Se fija una cantidad de ripio que produzca, aproximadamente, la cantidad de concreto que se necesita para la mezcla de prueba y se calcula en base a ella la cantidad de arena que representa el porcentaje óptimo de arena en la mezcla.
- Se calcula a continuación el porcentaje de vacíos que deja la mezcla de granulados y de aquí, el volumen de aire que tiene esa mezcla. Este volumen de aire será numéricamente igual al volumen de la pasta agua-cemento que interviene en la mezcla de prueba.
- Con la relación agua – cemento obtenida del cuadro que a continuación se muestra, luego se proceder a calcular la densidad de la pasta y con ella transformamos a masa la cantidad de pasta, de aquí las masa por separado del cemento y del agua que entran en la mezcla.

Tabla 4: Relación agua – cemento.

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b> |                          |   |
|----------------------------|--------------------------|---|
| <b>RESISTENCIA</b>         |                          | <b>RELACIÓN AGUA<br/>CEMENTO<br/>PESO</b> |
| <b>MPa</b>                 | <b>kg/cm<sup>2</sup></b> |   |
| 22                         | 220                      | <b>0.60</b>                               |
| 25                         | 250                      | <b>0.58</b>                               |
| 28                         | 280                      | <b>0.56</b>                               |
| 30                         | 300                      | <b>0.54</b>                               |
| 34                         | 340                      | <b>0.52</b>                               |
| 36                         | 360                      | <b>0.50</b>                               |
| 38                         | 380                      | <b>0.48</b>                               |
| 40                         | 400                      | <b>0.46</b>                               |

Fuente: Camaniero Raúl - Dosificación de Mezclas

En ésta investigación y atendiendo a uno de sus objetivos de esta tabla se tomó el valor de **0.60** para la relación agua - cemento.

- Una vez que se conocen todas las cantidades en masa, procedemos a fabricar la mezcla de prueba y con ella se hacen las correcciones que haya que realizar.



Ilustración 25: Procedimiento de fabricación del concreto

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

## **4.4.5. Concreto fresco**

### **4.4.5.1. Concepto**

El concreto en estado fresco es realmente una suspensión concentrada de partículas sólidas (agregados) en un líquido viscoso (pasta de cemento), la pasta de cemento a su vez no es un fluido homogéneo y está compuesta de partículas (granos de cemento) en un líquido (agua). Por lo tanto el concreto en estado fresco en una escala macroscópica fluye como un líquido.

En este trabajo de investigación se da importancia a los siguientes métodos para la caracterización del concreto fresco:

### **4.4.5.2. Muestreo del concreto fresco ( ASTM C172 )**

Este método cubre procedimientos para la obtención de muestras representativas de concreto fresco.

De manera general se describe los procedimientos a seguir:

- a) El tiempo para obtener la muestra compuesta no debe exceder de 15 minutos, entre la obtención de la primera y última porciones de muestra.
- b) Tomar una muestra mínima de 28 litros (1 pie<sup>3</sup>) para especímenes de ensayos de resistencia.
- c) Iniciar las pruebas de revenimiento, temperatura y contenido de aire dentro los 5 minutos siguientes a la obtención de la porción de la muestra compuesta.
- d) Iniciar el moldeo de cilindros dentro de los 15 minutos siguientes a la conformación de la muestra compuesta.
- e) Proteger la muestra rápidamente para evitar evaporación y contaminación

#### **4.4.5.3. Asentamiento en el concreto fresco (ASTM C143 )**

Este método cubre la determinación del asentamiento del concreto fresco tanto en el laboratorio como en el campo. Consiste en colocar una muestra de concreto recién mezclado, se compacta por varillado dentro de un molde en forma de cono truncado. El molde se levanta, y se deja que el concreto se desplome. Se mide la distancia vertical al centro desplazado y se registra el valor del asentamiento del concreto.

Uno de los ensayos para medir la manejabilidad o trabajabilidad y que comúnmente se lo usa en obra es el del *asentamiento*, el equipo a utilizar es: *Molde*, deberá tener la forma de la superficie lateral de un cono truncado con una base de 200mm de diámetro y la parte superior de 100mm de diámetro, con una altura de 300mm; *Varilla*, debe ser una barra recta de sección circular de 16mm de diámetro y aproximadamente 600mm de largo.



Ilustración 26: Instrumental: Medida del asentamiento.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El procedimiento es el más simple y rápido, sus pasos se enuncian a continuación:

- a) Humedecer el molde y el piso o la placa base.
- b) Apoyar firmemente el molde sobre la base, colocando y presionando con los dos pies, los estribos del molde. Por ningún motivo deben moverse los pies durante el llenado del molde.
- c) Llenar el molde en tres capas de igual volumen aproximadamente; la primera hasta una altura de 2 5/8 de pulgada (70mm), la segunda hasta 6 1/8 de pulgada (160mm) y la tercera hasta el borde superior del molde.
- d) Compactar cada capa en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones en toda la superficie de cada capa.
- e) Compactar la segunda y tercera capa penetrando la capa anterior.
- f) Cuando compacte la última capa, mantener un excedente de concreto.
- g) Enrasar el concreto rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.
- h) Remover el concreto alrededor del área circundante de la base del molde.
- i) Levantar el molde por encima de las 32 pulgadas (300mm) de un solo movimiento, sin giros, en un tiempo de 5±2 segundos.
- j) Medir con una precisión de 1/4 de pulgada (5mm) el revenimiento, desde la parte superior del molde hasta el centro desplazado de la superficie original del espécimen.
- k) Ejecute la prueba, desde el inicio hasta el final, en no más de 2.5 minutos.
- l) Registre el resultado de la prueba adecuadamente.

#### **4.4.5.4. Peso unitario, rendimiento y contenido de aire del concreto fresco, Método Gravimétrico (ASTM C138)**

Este método cubre la determinación de la densidad del concreto fresco además permite calcular el rendimiento y contenido de aire del concreto fresco.

El equipo a utilizar es el siguiente:

*Balanza*, con una exactitud de 0.1 lb (45g); *Varilla*, debe ser una barra recta de sección circular de 16mm de diámetro y aproximadamente 600mm de largo; *Recipiente*, debe



ser cilíndrico, de acero u otro metal. La capacidad mínima se determina de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado; *Placa de enrazado*, una placa llana de metal, de por lo menos 6mm de espesor con una longitud y anchura de por lo menos 50mm más que el diámetro del recipiente; *Mazo de goma*, con una masa de  $600\pm 200$ g para uso con los moldes de 14L.



Ilustración 27: Instrumental, Peso Unitario, rendimiento,  
Contenido de aire del concreto  
Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El procedimiento a continuación se describe:

- a) Determinar la masa del recipiente de medición vacío
- b) Colocar el concreto dentro del recipiente en tres capas de aproximadamente igual volumen (compactado por varillado)
- c) Compactar cada capa con la varilla penetrando 25 veces en recipientes de 14L o menores
- d) Compactar la capa inferior en todo su espesor, sin impactar el fondo del recipiente
- e) Compactar la segunda y tercera capa en todo su espesor, penetrando 25mm en la capa anterior
- f) Golpear firmemente de 10 a 15 veces los lados del recipiente con el mazo, cada una de las tres capas
- g) Retirar cualquier exceso de concreto empleando una llana, o agregar una pequeña cantidad de concreto, para corregir alguna deficiencia después de compactar la última capa
- h) Enrasar el concreto con una placa de enrase para obtener una superficie lisa

- i) Limpiar todo el exceso de concreto y determinar la masa del recipiente lleno
- j) Calcular la masa neta
- k) Calcular la densidad del concreto
- l) Registrar el resultado de la prueba adecuadamente.

#### **4.4.5.5. Contenido de aire del concreto fresco Método de Presión (ASTM C231)**

Este método determina la cantidad de aire que puede contener el concreto recién mezclado excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados.

El equipo a utilizar se describe a continuación:

*Medidor de aire tipo B*, medidor de aire que consiste en un recipiente y una sección superior que lo cubre, la forma en que trabaja este medidor consiste en igualar un volumen conocido de aire a una presión conocida en una cámara de aire hermética con el volumen de aire desconocido de la muestra de concreto; *Varilla*, debe ser redonda, de acero de 16mm de diámetro y no menor de 400mm de longitud con un extremo redondeado en forma semiesférica; *Mazo*, con cabeza de goma, de peso aproximadamente  $1.25 \pm 0.50$  lb para usarse con recipientes de 14 dm<sup>3</sup>; *Placa para remover el exceso de concreto*, rectangular y plana, de metal con una longitud y ancho de 50mm más grande que el diámetro del medidor que se va a usar.



Ilustración 28: Procedimiento obtención Contenido de aire.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación:

- a) Humedecer el interior del tazón y colocarlo sobre una superficie plana, firme y nivelada

- b) Llenar el recipiente con tres capas iguales, sobrellenando ligeramente la última capa
- c) Compactar cada capa con 25 penetraciones de la punta hemisférica de la varilla, distribuyendo uniformemente las penetraciones
- d) Compactar la capa inferior en todo su espesor, sin impactar el fondo del recipiente con la varilla
- e) Compactar ;a segunda y tercera capas penetrando 25mm en la capa anterior
- f) Golpear firmemente los lados del tazón de 10 a 15 veces con el mazo, después de compactar cada capa
- g) Enrasar el concreto utilizando la regla enrasadora apoyada sobre el borde superior del molde; al final del enrase limpiar el borde
- h) Limpiar y humedecer el interior de la cubierta antes de acoplarla con las mordazas a la base
- i) Abrir ambas llaves de purga
- j) Cerrar la válvula principal de aire entre la cámara y el tazón
- k) Inyectar agua a través de una de las llaves de purga, mientras mueve y golpea el medidor para asegurar que todo el aire sea expulsado
- l) Cerrar la válvula de escape de aire y bombear aire hasta la línea de presión inicial
- m) Esperar unos segundos para que se estabilice la lectura de presión
- n) Ajustar el manómetro en la línea de presión inicial
- o) Cerrar ambas llaves de purga
- p) Abrir la válvula principal entre la cámara y el tazón
- q) Golpear los lados del tazón con el mazo
- r) Leer el porcentaje de aire, golpeando ligeramente el manómetro para estabilizar la lectura
- s) Cerrar la válvula de aire principal y abrir las llaves de purga para descargar la presión, antes de remover la cubierta
- t) Registrar el resultado de la prueba adecuadamente.

#### **4.4.5.6. Temperatura del concreto fresco (ASTM C1064)**

Este método permite la temperatura de mezclas de concreto recién mezclado, dosificado con cemento Portland. Puede usarse para verificar que el concreto satisfaga requerimientos específicos de temperatura.

El equipo a usarse es el siguiente:

*Recipiente*, debe ser elaborado de un material no absorbente y debe tener dimensiones gtales que permitan un recubrimiento de al menos 75mm de concreto en todas las direcciones alrededor del sensor medidor de temperatura; *Medidor de Temperatura*, capaz de medir la temperatura del concreto recién mezclado con una variación de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , el dispositivo que mide la temperatura requerirá la inmersión de 75mm en el concreto.

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación:

- a) Obtener la muestra de concreto dentro de un contenedor no absorbente.
- b) Utilizar un termómetro con una exactitud de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- c) Colocar el termómetro dentro de la muestra cubriendo el sensor con un mínimo de 75mm en todas las direcciones
- d) Presionar ligeramente el concreto alrededor del termómetro
- e) Tomar la lectura de la temperatura después de un tiempo mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice
- f) Completar la medición de la temperatura dentro de los 5 minutos siguientes a la obtención de la muestra
- g) Registrar la temperatura con una precisión de  $0.5^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.4.5.7. Elaboración y curado de especímenes de concreto para pruebas de compresión (ASTM C31)**

Este método cubre los procedimientos necesarios para elaborar y curar muestras cilíndricas y prismáticas usando concreto de la obra que puede ser compactado mediante varillado o vibración. El concreto usado para hacer los especímenes, debe tener los mismos niveles de asentamiento, contenido de aire y porcentaje de agregado grueso que el concreto colocado en obra.

El equipo a utilizar es el siguiente:

*Moldes*, deben ser de acero, hierro fundido u otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento; *Varilla*, de acero redonda con un diámetro de 16mm, recta y aproximadamente de 600mm de longitud; *Mazo*, debe usarse un mazo con cabeza de hule o cuero que pese aproximadamente  $0.6\pm 0.2\text{kg}$ ; *Herramientas menores*, palas, cubetas, espátulas, cucharón y niveladores de metal para la superficie del concreto.



Ilustración 29: Toma de muestras de cilindros.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación:

- a) Colocar el molde sobre una superficie horizontal, rígida, nivelada y libre de vibraciones
- b) Colocar el concreto en el interior del molde, moviendo el cucharón alrededor del borde del molde, mientras se descarga el concreto
- c) Llenar el molde en tres capas de igual volumen. En la última capa, agregar la cantidad de concreto suficiente para que el molde quede llene después de la compactación
- d) Compactar cada capa con 25 penetraciones de la varilla usando la punta semiesférica, distribuyendo uniformemente las penetraciones
- e) Compactarla capa inferior en todo su espesor
- f) Compactar la segunda y tercera capas, penetrando 25mm en la capa anterior
- g) Después de compactar cada capa, golpear los lados del molde ligeramente de 10 a 15 veces con el mazo

- h) Enrasar el exceso de concreto con la varilla de compactación y si es necesario se le da un acabado con una llana
- i) Identificar los especímenes con la información correcta.
- j) Desencofrar los cilindros una vez transcurridas las siguientes 24 horas, luego etiquetar las probetas (detallar la etiqueta), para al último trasladar los cilindros a la piscina de curado con mucho cuidado.

## 4.4.6. Resistencia del Concreto

### 4.4.6.1. Concepto

Hasta hoy en día no se ha encontrado una ley general que se válida para descubrir el comportamiento del concreto bajo todos los estado de esfuerzo a que es sometido una estructura. Sin embargo como la resistencia a la compresión simple es su característica más importante, es esta la que da la respectiva resistencia al concreto.

Para los ensayos correspondientes se realizarán un número determinado de probetas para la dosificación a ser analizada, cumpliendo de esta manera con las normas básicas para obtener valores representativos estadísticamente.

Luego de haber obtenido una serie de resultados de pruebas de resistencia serán colocadas en una Ilustración de frecuencias, conformando una curva la cual debe tener un patrón similar a la de la distribución normal de frecuencias o campana de Gauss (colocando en el eje X las resistencias a la compresión de cada uno de los cilindros y en el eje Y las frecuencias con las que se repiten), cuyas propiedades pueden ser definidas matemáticamente y a partir de ellas podremos calcular ciertas funciones de la resistencia del concreto.

Como pasos a seguir son:

- 1.- Encontrar el promedio general X, que será conocido también como  $f'_{cr}$ .

$$X = \frac{\sum x_i}{N}$$

2.- Hallar la Desviación Estándar  $\delta$ .

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}}{N-1}}$$

3.- Luego el factor de mayoración k

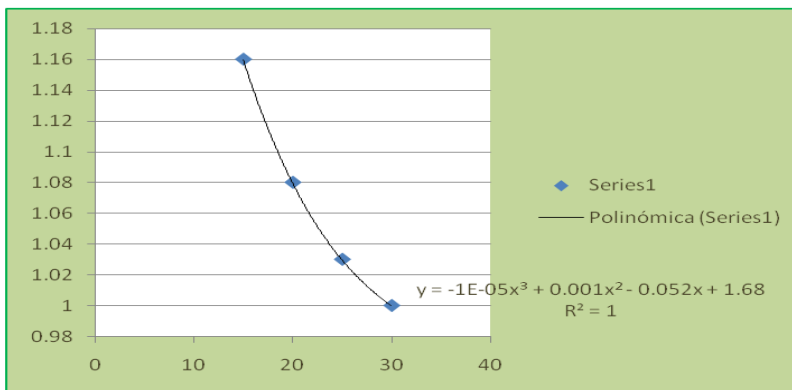
TABLA No. 5: Factores para incrementar la desviación estándar

| Número total de ensayos Considerados | Factor k para incrementar la desviación estándar |
|--------------------------------------|--|
| 15                                   | 1,16   |
| 20                                   | 1,08   |
| 25                                   | 1,03   |
| 30 o más                             | 1  |

Fuente: Norma INEN 1855-2:2002 Anexo B

Se puede realizar una interpolación lineal para un número de ensayos dentro de este rango.(Tabla No 4)<sup>4</sup>

De requerir un factor de mayoración (k), cuyos números de ensayos estén fuera del rango tabulado se puede obtener basándose en esta curva:



| # Ensayos | k       |
|-----------|---------|
| 4         | 1.48736 |

Ilustración No. 30: Curva y función para obtener el valor de k

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

4.- Al final obtendremos el valor real del  $f^c$ .

<sup>4</sup> Norma INEN 1855-2:2002 Anexo B

$$f'c = f'_{cr} - 1,34 * k * \delta$$

Donde:

|                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| $\bar{X} = \bar{f}_{cr}$ | Promedio general de los ensayos   |
| $x_i$                    | Son los resultados de cada ensayo |
| $N$                      | Es el total de ensayos            |
| $\delta$                 | Desviación estándar               |
| $k$                      | Factor de mayoración              |

#### 4.4.6.2. Determinación del esfuerzo a compresión en especímenes de concreto (ASTM C39)

El esfuerzo a la compresión del espécimen es calculado dividiendo la máxima carga obtenida durante el ensayo por el área de la cara axial del espécimen. Los resultados a la compresión pueden depender de la forma y el tamaño del espécimen, la pasta la edad y las condiciones de humedad durante el curado.

El equipo a usar es el siguiente:

*Maquina de ensayo.*- la misma que debe tener suficiente capacidad para abastecer el índice de cargar solicitadas, en nuestro caso se utilizó una máquina de compresión con capacidad de 1780KN



Ilustración 31: Máquina para el ensayo de compresión.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

A continuación se detalla el procedimiento para realizar este ensayo:



- a) Empezar el ensayo tan pronto como el espécimen ha sido retirado de la cámara de curado y conservar sus condiciones de humedad.
- b) Limpie la superficie de los soportes superior e inferior de la máquina de ensayo
- c) Coloque el espécimen en el bloque de soporte inferior.
- d) Alinear los ejes del espécimen con el centro del bloque de empuje superior (soporte con cabeza movable)
- e) Verificar que el indicador de carga se encuentre en cero.
- f) Mover el bloque de soporte inferior lentamente para poner el espécimen en contacto con los platos de compresión de la prensa.
- g) Aplicar la carga continuamente con un rango de velocidad de  $0.25 \pm 0.05$  MPa.
- h) Durante el ensayo ajuste la válvula de inyección de aceite suavemente, con el objeto de mantener constante la velocidad de aplicación de la carga durante la última mitad de la fase de la carga.
- i) Aplicar la carga hasta que el espécimen falle.
- j) Registre la máxima carga soportada por el espécimen. Para máquinas con indicadores de carga automáticas, no detener la aplicación de la carga hasta que disminuya más del 95% de la máxima carga.
- k) Calcule el esfuerzo de compresión con una aproximación de  $0.1$  MPa.
- l) Finalmente registrar los resultados.

#### **4.4.7. Interpretación de requerimientos mínimos para un diseño sísmoresistente**

A continuación se resume algunas de las normativas del ACI que también es recogida por el Código Ecuatoriano de la Construcción, que debería usarse para un diseño sísmoresistente.

El Código ACI 318 provee “requisitos mínimos” para el diseño y construcción de elementos de concreto estructural de cualquier estructura construida según los requisitos

de la ordenanza general de construcción legalmente adoptada, de la cual éste código forma parte.

**Requisitos especiales de sismo resistencia.-** En las regiones de amenaza sísmica moderada y alta, o para estructuras designadas dentro de las categorías de comportamiento intermedio o alto, deben cumplirse los requisitos del Capítulo 21. <sup>5</sup>(Tal es el caso de nuestro País)

TABLA No. 6: Análisis de requerimientos mínimos para diseño sismoresistente

| SECCIONES VIVIENDA (MIDUVI)   | RECOMENDACIONES DEL ACI Y DEL CEC  | OBSERVACIONES     |
|---|--|-------------------|
| <b>COLUMNAS (15X15cm)</b><br><br>As = 0.64 cm <sup>2</sup><br>(Estructura electrosoldada) | En zonas sísmicas, la dimensión transversal mínima de las columnas con estribos debe ser de 300 mm. Siendo la sección transversal mínima de una columna rectangular debe ser 900cm <sup>2</sup> . INEN CPE 5:2001.Parte 2,Cap.21-Secc.21.4.1.1 | NO<br>CONSIDERADO |
|   | Para zonas sísmicas, el Código Ecuatoriano de la Construcción establece una cuantía mínima de armado principal en columnas de 0.01 y una cuantía máxima más restrictiva de 0.06. INEN CPE 5:2001.Parte 2,Cap.21-Secc.21.4.3.1                  | NO<br>CONSIDERADO |
|   | En zonas sísmicas el diámetro mínimo de las varillas que conforman el armado longitudinal y los estribos debe ser de 8 mm. INEN CPE 5:2001.Parte 2,Cap.21  | NO<br>CONSIDERADO |
| <b>VIGAS (15x15cm)</b><br><br>As = 0.64 cm <sup>2</sup><br>(Estructura electrosoldada)    | La relación ancho – altura no debe ser menor que 0.3.<br>CPE.CEC.Parte2:1993,Cap.21-Secc.21.3.1.3  | NO<br>CONSIDERADO |
|   | El ancho no debe ser menor que 250mm.<br>CPE. CEC. Parte2: 1993,Cap.21-Secc.21.3.1.4   | NO<br>CONSIDERADO |
|   | En cualquier sección de un elemento en flexión y para refuerzo superior como inferior no debe ser menor que 1.4 b.d/fy. Al menos dos varillas deben disponerse en forma continua tanto arriba  | NO<br>CONSIDERADO |

<sup>5</sup> ACI 318-99. Cap. I. Requisitos Generales

|   |   |                   |
|---|---|-------------------|
|   | como abajo. CPE5.CEC.Parte2:1993,Cap.21-<br>Secc.21.3.1.5   |                   |
| <b>CIMENTACIÓN<br/>(PLINTOS DE H.<br/>CICLOPEO )<br/>(60x60 cm)</b> | Los requisitos prescritos en el capítulo 15 deben aplicarse al diseño de zapatas aisladas y cuando sean aplicables, a zapatas combinadas, parillas y loas de cimentación. CPE5.CEC.Parte2: 1993,Cap.15-Secc.15.1          | NO<br>CONSIDERADO |
|   | Las zapatas deben dimensionarse para resistir las cargas factorizadas y las reacciones inducidas, de acuerdo con los requisitos apropiados del código y conforme al capítulo 15. CPE5. CEC. Parte2: 1993,Cap.15-Secc.15.2 | NO<br>CONSIDERADO |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Se ha realizado este análisis con la vivienda tipo A1 propuesta por el MIDUVI, debido a que en la actualidad se está construyendo en gran cantidad este tipo de vivienda debido a su bajo costo (\$ 4825.20), pero se debe tener presente que no se ha tomado en cuenta ciertos detalles de sismoresistencia.

Es notorio que al aplicar las recomendaciones de sismoresistencia toca redimensionar varios elementos estructurales, razón por la cual aumenta considerablemente el costo total de la vivienda (\$ 7452.39), debido al incremento de volúmenes en las secciones tanto de vigas (25cm x 30cm), columnas (30cm x 30cm), acero de refuerzo (Vigas  $A_s = 14 b.d / f_y$  y Columnas  $A_s =$ cuantía mínima de 0.01) y Cimentaciones (Zapatas 80cm x 80cm, e = 25cm).

Hacemos referencia a la vivienda tipo A1 del MIDUVI, debido a que uno de nuestros objetivos es proponer una vivienda de interés social con el mismo modelo arquitectónico pero con paredes portantes de concreto elaborado con material reciclado a fin de obtener una estructura sismoresistente debido a que nuestro país es considerado de peligrosidad sísmica.

**NOTA:** Los Planos de la Vivienda A1 (MIDUVI), Presupuesto Vivienda A1 (MIDUVI), y el Presupuesto con secciones redimensionadas se anexan en el literal 10.3 – 10.4 – 10.5, respectivamente.

#### **4.4.8. Producción de Material Reciclado (Triturados de PVC)**

Cabe indicar que para el estudio de la utilización del triturado de P.V.C. se recopiló información que nos indica que en nuestro país existe una demanda de 36.14 toneladas al año de tubería de P.V.C. de las cuales existe un desecho o desperdicios del 2%-5% de su producción anual.

## **RESULTADOS**

### **5.1. Generalidades**

Para poder realizar una propuesta de vivienda con los parámetros establecidos en esta investigación primeramente se debe diseñar un Concreto, el mismo que en la actualidad es el material de construcción más utilizado, ya que la tecnología desarrollada a su alrededor hace posible su uso con diferentes materiales como madera, acero, plástico, etc., logrando resultados positivos en cuanto se refiere a la calidad del producto, para ello se debe tomar en cuenta muchas propiedades y características propias de los elementos que lo conforman, para el cual se hacen estudios de cemento, agregados, densidades de mezclas, diseños de concretos con el fin de determinar el diseño de mezcla adecuado y así obtener un diseño óptimo, seguido de esto se hace un análisis del costo de producción del concreto normal y ecológico, de esta manera establecer un costo de vivienda de interés social.

### **5.2. Materiales**

#### **5.2.1. Cemento “Chimborazo”**

##### **5.2.1.1. Masa unitaria suelta (Basado en Norma INEN 858)**

De todo el procedimiento realizado la tabla siguiente resume los resultados obtenidos de los 30 ensayos realizados para obtener la masa unitaria suelta:

Tabla 7: Masa Unitaria Suelta Característica Cemento.

| INFORMACION GENERAL RESUMEN  |  |   |        |        |                     |        |
|--|--|---|--------|--------|---------------------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>MASA UNITARIA SUELTA CEMENTO<br>REALIZADOS SOBRE<br>CEMENTO CHIMBORAZO |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |                     |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERÍSTICA  |  |   |        |        |                     |        |
| DESCRIPCIÓN  |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |                     |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  |  | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24               | 25-30  |
| MUS i  |  | 0.99  | 0.96   | 0.96   | 0.97                | 0.99   |
|  |  | 0.96  | 0.96   | 0.96   | 0.96                | 0.96   |
|  |  | 0.94  | 0.95   | 0.96   | 0.99                | 0.97   |
|  |  | 0.97  | 0.95   | 0.96   | 0.97                | 0.97   |
|  |  | 0.99  | 0.96   | 0.97   | 0.96                | 0.96   |
|  |  | 0.96  | 0.96   | 0.97   | 0.97                | 0.96   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (MUS_i)$   |  | 28.95   |        |        |                     |        |
| $MU_{promed} = \frac{\sum}{n}$   |  | 0.96  |        |        |                     |        |
| $(MUS_i - MU_{promed})$  |  | 0.02  | 0.00   | -0.01  | 0.00                | 0.03   |
|  |  | 0.00  | 0.00   | -0.01  | 0.00                | -0.01  |
|  |  | -0.03   | -0.01  | -0.01  | 0.03                | 0.00   |
|  |  | 0.00  | -0.02  | 0.00   | 0.00                | 0.00   |
|  |  | 0.03  | 0.00   | 0.00   | -0.01               | 0.00   |
| $(MUS_i - MU_{promed})^2$  |  | 0.0006  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0008 |
|  |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0001 |
|  |  | 0.0009  | 0.0002 | 0.0000 | 0.0007              | 0.0000 |
|  |  | 0.0000  | 0.0003 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 |
|  |  | 0.0007  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001              | 0.0000 |
|  |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (MUS_i - MU_{promed})^2$   |  | 0.00  |        |        |                     |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum(MUS_{promed})^2}{n-1}}$                       |  | 0.001   |        |        |                     |        |
| $MUS_{CARACT} = MU_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$   |  | 0.96  |        |        |                     |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERISTICA  |  | 0.96  |        |        | g / cm <sup>3</sup> |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.2.1.2 Peso Específico ( INEN 156)

La tabla siguiente resume los resultados obtenidos de los 30 ensayos realizados para obtener el peso específico del cemento:

Tabla 8: Peso Específico Característico Cemento Chimborazo

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |                        |   |        |                           |        |
|---|------------------------|---|--------|---------------------------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO CEMENTO<br>REALIZADOS SOBRE<br>CEMENTO CHIMBORAZO |                        | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |                           |        |
| PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO  |                        |   |        |                           |        |
| DESCRIPCIÓN   | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |        |                           |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   | 1-6                    | 7-12  | 13-18  | 19-24                     | 25-30  |
| $P.E._i$ (Peso Específico)  | 3.18                   | 3.04  | 3.03   | 3.08                      | 3.08   |
|   | 3.06                   | 3.08  | 3.04   | 2.99                      | 3.05   |
|   | 3.20                   | 3.06  | 3.07   | 3.07                      | 3.08   |
|   | 3.17                   | 3.04  | 3.07   | 3.07                      | 3.01   |
|   | 3.00                   | 3.07  | 3.01   | 3.23                      | 3.06   |
|   | 3.07                   | 2.93  | 3.07   | 3.13                      | 3.08   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E._i)$   | 92.13                  |   |        |                           |        |
| $P.E._{promed} = \frac{\sum}{n}$  | 3.07                   |   |        |                           |        |
| $P.E._i - P.E._{promed}$  | 0.11                   | -0.03   | -0.04  | 0.00                      | 0.01   |
|   | -0.01                  | 0.00  | -0.03  | -0.08                     | -0.02  |
|   | 0.13                   | -0.01   | 0.00   | 0.00                      | 0.01   |
|   | 0.10                   | -0.03   | 0.00   | 0.00                      | -0.06  |
|   | -0.07                  | 0.00  | -0.06  | 0.16                      | -0.01  |
| $(P.E._i - P.E._{promed})^2$  | 0.0128                 | 0.0007  | 0.0019 | 0.0000                    | 0.0000 |
|   | 0.0001                 | 0.0000  | 0.0012 | 0.0058                    | 0.0006 |
|   | 0.0167                 | 0.0001  | 0.0000 | 0.0000                    | 0.0000 |
|   | 0.0095                 | 0.0009  | 0.0000 | 0.0000                    | 0.0042 |
|   | 0.0044                 | 0.0000  | 0.0035 | 0.0250                    | 0.0001 |
|   | 0.0002                 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000                    | 0.0000 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E._i - P.E._{promed})^2$                                     | 0.09                   |   |        |                           |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum (PE_{promed})^2}{n-1}}$                  | 0.05                   |   |        |                           |        |
| $P.E._{CARACT} = P.E._{PROMED} - 1.34 * k * \delta$                                     | 3.00                   |   |        |                           |        |
| <b>PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO</b>   | <b>3.00</b>            |   |        | <b>g / cm<sup>3</sup></b> |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

## 5.2.2. Agregados

### 5.2.2.1. Masa unitaria suelta - Agregado fino. ( INEN 858 )

Basado en el procedimiento dado por la norma, de los ensayos realizados tanto en arena de río como en macadán se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Tabla 9: Masa Unitaria Suelta Característica Arena de río (Penipe).

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |  |   |        |                     |        |        |
|---|--|---|--------|---------------------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>MASA UNITARIA SUELTA<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |                     |        |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERÍSTICA   |  |   |        |                     |        |        |
| DESCRIPCIÓN   |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |                     |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   |  | 1-6   | 7-12   | 13-18               | 19-24  | 25-30  |
| MUS i   |  | 1.66  | 1.66   | 1.67                | 1.67   | 1.67   |
|   |  | 1.67  | 1.67   | 1.67                | 1.67   | 1.66   |
|   |  | 1.67  | 1.66   | 1.67                | 1.67   | 1.67   |
|   |  | 1.66  | 1.67   | 1.67                | 1.67   | 1.67   |
|   |  | 1.67  | 1.66   | 1.67                | 1.67   | 1.67   |
|   |  | 1.66  | 1.67   | 1.67                | 1.67   | 1.67   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (MUS_i)$  |  | 50.03   |        |                     |        |        |
| $P.E_{promed} = \frac{\sum}{n}$   |  | 1.67  |        |                     |        |        |
| $(MUS_i - MUS_{promed})$  |  | -0.01   | 0.00   | 0.01                | 0.01   | 0.01   |
|   |  | 0.00  | 0.00   | 0.00                | 0.00   | -0.01  |
|   |  | 0.00  | 0.00   | 0.00                | 0.00   | 0.00   |
|   |  | 0.00  | 0.00   | 0.00                | 0.00   | 0.01   |
|   |  | 0.00  | 0.00   | 0.00                | 0.00   | 0.00   |
|   |  | 0.00  | 0.01   | 0.01                | 0.00   | 0.01   |
| $(MUS_i - MUS_{promed})^2$  |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000              | 0.0001 | 0.0001 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0001 | 0.0001              | 0.0000 | 0.0001 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (MUS_i - promed)^2$   |  | 0.00  |        |                     |        |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum(MUS_{promed})^2}{n-1}}$                  |  | 0.001   |        |                     |        |        |
| $MUS_{CARACT} = MUS_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$                                       |  | 1.67  |        |                     |        |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERÍSTICO   |  | 1.67  |        | g / cm <sup>3</sup> |        |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga



Tabla 10: Masa Unitaria Suelta Característica Macadán Cerro Negro

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |   |   |        |        |                     |        |
|---|---|---|--------|--------|---------------------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>MASA UNITARIA SUELTA AG.FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>MACADAN CERRO NEGRO |   | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |                     |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERÍSTICA   |   |   |        |        |                     |        |
| DESCRIPCIÓN   |   | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |                     |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   |   | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24               | 25-30  |
| MUS i   |   | 1.25  | 1.23   | 1.29   | 1.27                | 1.26   |
|   |   | 1.26  | 1.25   | 1.25   | 1.26                | 1.27   |
|   |   | 1.29  | 1.27   | 1.27   | 1.27                | 1.27   |
|   |   | 1.24  | 1.27   | 1.24   | 1.27                | 1.26   |
|   |   | 1.26  | 1.26   | 1.26   | 1.29                | 1.26   |
| 1.24  | 1.25  | 1.25  | 1.28   | 1.27   |                     |        |
| SUMATORIA   | $\sum_{i=1}^n (MUS_i)$  | 37.88   |        |        |                     |        |
|   | $M.U. \cdot promed = \frac{\sum}{n}$                          | 1.26  |        |        |                     |        |
| MUS i - MUS promd   |   | -0.01   | -0.03  | 0.03   | 0.01                | 0.00   |
|   |   | 0.00  | -0.01  | -0.01  | 0.00                | 0.01   |
|   |   | 0.03  | 0.01   | 0.01   | 0.01                | 0.01   |
|   |   | -0.02   | 0.00   | -0.02  | 0.00                | 0.00   |
|   |   | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.03                | 0.00   |
| $(MUS_i - MUS_{promed})^2$  |   | 0.0002  | 0.0008 | 0.0007 | 0.0001              | 0.0000 |
|   |   | 0.0000  | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000              | 0.0000 |
|   |   | 0.0008  | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0001 |
|   |   | 0.0005  | 0.0000 | 0.0003 | 0.0000              | 0.0000 |
|   |   | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0010              | 0.0000 |
|   |   | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 |
| SUMATORIA   | $\sum_{i=1}^n (MUS_i - promed)^2$                             | 0.0001  |        |        |                     |        |
| DESVIACION ESTANDAR   | $\delta = \sqrt{\frac{\sum (MUS_{promed})^2}{n-1}}$           | 0.001   |        |        |                     |        |
|   | $MUS_{\cdot CARACT} = MUS_{\cdot PROMED} - 1.34 * k * \delta$ | 1.26  |        |        |                     |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERISTICA   |   | 1.26  |        |        | g / cm <sup>3</sup> |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.2.2.2. Masa unitaria suelta - Agregado grueso ( INEN 858)

La masa unitaria suelta característica se resume en la tabla siguiente obtenida a partir de los 30 ensayos realizados:

Tabla 11: Masa Unitaria Suelta Característica Ripio Cerro Negro.

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |  |   |        |        |                     |        |
|---|--|---|--------|--------|---------------------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>MASA UNITARIA SUELTA AG.GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |                     |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERÍSTICA   |  |   |        |        |                     |        |
| DESCRIPCION   |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |                     |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   |  | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24               | 25-30  |
| MUS i   |  | 1.55  | 1.54   | 1.59   | 1.54                | 1.55   |
|   |  | 1.56  | 1.55   | 1.53   | 1.55                | 1.55   |
|   |  | 1.57  | 1.54   | 1.55   | 1.55                | 1.55   |
|   |  | 1.53  | 1.55   | 1.52   | 1.56                | 1.55   |
|   |  | 1.55  | 1.55   | 1.54   | 1.57                | 1.54   |
|   |  | 1.54  | 1.56   | 1.55   | 1.54                | 1.55   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (MUS_i)$  |  | 46.49   |        |        |                     |        |
| $MUS_{promed} = \frac{\sum}{n}$   |  | 1.55  |        |        |                     |        |
| $(MUS_i - MUS_{promed})$  |  | 0.00  | -0.01  | 0.04   | -0.01               | 0.00   |
|   |  | 0.01  | 0.00   | -0.02  | 0.00                | 0.00   |
|   |  | 0.02  | -0.01  | 0.00   | 0.00                | 0.00   |
|   |  | -0.02   | 0.00   | -0.03  | 0.01                | 0.00   |
|   |  | 0.00  | 0.00   | -0.01  | 0.02                | -0.01  |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0016 | 0.0001              | 0.0000 |
| $(MUS_i - MUS_{promed})^2$  |  | 0.0002  | 0.0000 | 0.0002 | 0.0000              | 0.0000 |
|   |  | 0.0003  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 |
|   |  | 0.0002  | 0.0000 | 0.0007 | 0.0002              | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0004              | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (MUS_i - MUS_{promed})^2$   |  | 0.00  |        |        |                     |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum (MUS_{promed})^2}{n-1}}$                         |  | 0.001   |        |        |                     |        |
| $MUS_{CARACT} = MUS_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$   |  | 1.55  |        |        |                     |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERISTICA   |  | 1.55  |        |        | g / cm <sup>3</sup> |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.2.2.3. Peso Específico del Agregado fino ( INEN 856 )

De los ensayos realizados tanto en arena de río como en macadán se tiene los siguientes resultados respectivamente:

Tabla 12: Peso Específico Característico Arena de Río (Penipe)

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |  |                        |   |        |                     |        |
|---|--|------------------------|---|--------|---------------------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO ARENA DE RIO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |  |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |                     |        |
| PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO  |  |                        |   |        |                     |        |
| DESCRIPCION   |  | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |        |                     |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   |  | 1-6                    | 7-12  | 13-18  | 19-24               | 25-30  |
| $P.E._i$ (Peso Específico)  |  | 2.58                   | 2.64  | 2.69   | 2.63                | 2.65   |
|   |  | 2.60                   | 2.67  | 2.66   | 2.62                | 2.64   |
|   |  | 2.59                   | 2.64  | 2.68   | 2.64                | 2.62   |
|   |  | 2.70                   | 2.66  | 2.63   | 2.52                | 2.57   |
|   |  | 2.68                   | 2.68  | 2.59   | 2.64                | 2.88   |
|   |  | 2.63                   | 2.68  | 2.61   | 2.68                | 2.87   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E._i)$   |  | 79.57                  |   |        |                     |        |
| $P.E._{promed} = \frac{\sum}{n}$  |  | 2.65                   |   |        |                     |        |
| $P.E._i - P.E._{promed}$  |  | -0.07                  | -0.01   | 0.04   | -0.02               | 0.00   |
|   |  | -0.05                  | 0.02  | 0.01   | -0.03               | -0.01  |
|   |  | -0.06                  | -0.01   | 0.03   | -0.01               | -0.03  |
|   |  | 0.05                   | 0.01  | -0.02  | -0.13               | -0.08  |
|   |  | 0.03                   | 0.03  | -0.06  | -0.01               | 0.23   |
|   |  | -0.02                  | 0.03  | -0.01  | -0.02               | 0.22   |
| $(P.E._i - P.E._{promed})^2$  |  | 0.0052                 | 0.0002  | 0.0014 | 0.0005              | 0.0000 |
|   |  | 0.0027                 | 0.0003  | 0.0001 | 0.0010              | 0.0002 |
|   |  | 0.0039                 | 0.0002  | 0.0008 | 0.0002              | 0.0010 |
|   |  | 0.0023                 | 0.0001  | 0.0005 | 0.0175              | 0.0068 |
|   |  | 0.0008                 | 0.0008  | 0.0039 | 0.0002              | 0.0518 |
|   |  | 0.0005                 | 0.0008  | 0.0001 | 0.0003              | 0.0474 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E._i - P.E._{promed})^2$   |  | 0.15                   |   |        |                     |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum (P.E._i - P.E._{promed})^2}{n-1}}$               |  | 0.07                   |   |        |                     |        |
| $P.E._{CARACT} = P.E._{PROMED} - 1.34 * k * \delta$   |  | 2.56                   |   |        |                     |        |
| PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO  |  | 2.56                   |   |        | g / cm <sup>3</sup> |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 13: Peso Específico Característico Macadán Cerro Negro

| INFORMACION GENERAL RESUMEN  |  |   |        |            |        |        |
|--|--|---|--------|------------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>MACADAN CERRO NEGRO |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |            |        |        |
| PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO   |  |   |        |            |        |        |
| DESCRIPCIÓN  |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |            |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  |  | 1-6   | 7-12   | 13-18      | 19-24  | 25-30  |
| $P.E._i$ (PesoEspecífico)  |  | 2.63  | 2.64   | 2.63       | 2.63   | 2.60   |
|  |  | 2.63  | 2.61   | 2.63       | 2.63   | 2.62   |
|  |  | 2.63  | 2.63   | 2.60       | 2.63   | 2.64   |
|  |  | 2.63  | 2.63   | 2.62       | 2.63   | 2.61   |
|  |  | 2.60  | 2.63   | 2.64       | 2.63   | 2.63   |
|  |  | 2.62  | 2.63   | 2.61       | 2.63   | 2.63   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E_i)$   |  | 78.75   |        |            |        |        |
| $P.E_{promed} = \frac{\sum}{n}$  |  | 2.63  |        |            |        |        |
| $P.E_i - P.E_{promed}$   |  | 0.00  | 0.02   | 0.00       | 0.00   | -0.02  |
|  |  | 0.00  | -0.02  | 0.00       | 0.00   | 0.00   |
|  |  | 0.00  | 0.00   | -0.02      | 0.00   | 0.02   |
|  |  | 0.00  | 0.00   | 0.00       | 0.00   | -0.02  |
|  |  | -0.02   | 0.00   | 0.02       | 0.00   | 0.00   |
|  |  | 0.00  | 0.00   | -0.02      | 0.00   | 0.00   |
| $(P.E_i - P.E_{promed})^2$   |  | 0.0000  | 0.0002 | 0.0000     | 0.0000 | 0.0006 |
|  |  | 0.0000  | 0.0002 | 0.0000     | 0.0000 | 0.0000 |
|  |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0006     | 0.0000 | 0.0002 |
|  |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000 | 0.0002 |
|  |  | 0.0006  | 0.0000 | 0.0002     | 0.0000 | 0.0000 |
|  |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0002     | 0.0000 | 0.0000 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E_{promed})^2$  |  | 0.00  |        |            |        |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum (PE_{promed})^2}{n-1}}$                         |  | 0.001   |        |            |        |        |
| $P.E_{CARACT} = P.E_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$  |  | 2.63  |        |            |        |        |
| PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO   |  | 2.63  |        | $g / cm^3$ |        |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.2.2.4. Peso Específico del Agregado grueso ( INEN 857 )

Los resultados obtenidos se resumen a continuación:

Tabla 14: Peso Específico Característico Ripio Cerro Negro

| INFORMACION GENERAL RESUMEN  |  |   |        |            |        |        |
|--|--|---|--------|------------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO CERRO NEGRO |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |            |        |        |
| PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO   |  |   |        |            |        |        |
| DESCRIPCIÓN  |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |            |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  |  | 1-6   | 7-12   | 13-18      | 19-24  | 25-30  |
| $P.E.i$ ( <i>Peso Específico</i> )   |  | 2.60  | 2.60   | 2.61       | 2.61   | 2.61   |
|  |  | 2.63  | 2.60   | 2.61       | 2.63   | 2.61   |
|  |  | 2.61  | 2.62   | 2.61       | 2.62   | 2.61   |
|  |  | 2.61  | 2.63   | 2.62       | 2.61   | 2.62   |
|  |  | 2.62  | 2.61   | 2.63       | 2.59   | 2.62   |
|  |  | 2.60  | 2.64   | 2.63       | 2.62   | 2.63   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E_i)$   |  | 78.45   |        |            |        |        |
| $P.E_{promed} = \frac{\sum}{n}$  |  | 2.61  |        |            |        |        |
| $P.E_i - P.E_{promed}$   |  | -0.02   | -0.01  | -0.01      | -0.01  | 0.00   |
|  |  | 0.01  | -0.01  | -0.01      | 0.02   | 0.00   |
|  |  | 0.00  | 0.00   | 0.00       | 0.00   | 0.00   |
|  |  | -0.01   | 0.01   | 0.00       | 0.00   | 0.00   |
|  |  | 0.00  | 0.00   | 0.01       | -0.02  | 0.00   |
|  |  | -0.02   | 0.03   | 0.02       | 0.00   | 0.01   |
| $(P.E_i - P.E_{promed})^2$   |  | 0.0003  | 0.0002 | 0.0001     | 0.0001 | 0.0000 |
|  |  | 0.0002  | 0.0002 | 0.0000     | 0.0003 | 0.0000 |
|  |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000 | 0.0000 |
|  |  | 0.0000  | 0.0001 | 0.0000     | 0.0000 | 0.0000 |
|  |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0002     | 0.0004 | 0.0000 |
|  |  | 0.0003  | 0.0008 | 0.0002     | 0.0000 | 0.0001 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E_{promed})^2$  |  | 0.00  |        |            |        |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum (PE_{promed})^2}{n-1}}$                         |  | 0   |        |            |        |        |
| $P.E_{CARACT} = P.E_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$  |  | 2.61  |        |            |        |        |
| PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO   |  | 2.61  |        | $g / cm^3$ |        |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.2.2.5. Capacidad de absorción del Agregado fino ( INEN 856 )

Los resultados del procedimiento de los ensayos realizados tanto en arena de río como en macadán se tienen a continuación:

Tabla 15: Capacidad de Absorción Arena de río (Penipe)

| INFORMACION GENERAL RESUMEN  |   |   |        |        |        |        |
|--|---|---|--------|--------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN ARENA DE RIO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |   | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |        |        |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CARACTERÍSTICO  |   |   |        |        |        |        |
| DESCRIPCIÓN  |   | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  |   | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24  | 25-30  |
| C.A.i ( Capacidad de Absorción )   |   | 1.96  | 2.08   | 1.93   | 1.99   | 2.23   |
|  |   | 2.17  | 1.95   | 2.24   | 2.24   | 1.95   |
|  |   | 1.82  | 1.90   | 1.73   | 2.37   | 2.08   |
|  |   | 2.00  | 1.98   | 1.98   | 2.17   | 2.19   |
|  |   | 2.27  | 2.39   | 1.80   | 2.08   | 2.54   |
|  |   | 2.20  | 2.43   | 1.93   | 2.46   | 2.81   |
| SUMATORIA  | $\sum_{i=1}^n ( C . A_i )$                        | 63.88   |        |        |        |        |
|  | $C.A_{promed} = \frac{\sum}{n}$                   | 2.13  |        |        |        |        |
| $C . A_i - C . A_{promed}$   |   | -0.17   | -0.05  | -0.20  | -0.14  | 0.10   |
|  |   | 0.04  | -0.18  | 0.11   | 0.11   | -0.18  |
|  |   | -0.30   | -0.23  | -0.40  | 0.25   | -0.05  |
|  |   | -0.13   | -0.15  | -0.15  | 0.04   | 0.06   |
|  |   | 0.14  | 0.26   | -0.33  | -0.05  | 0.41   |
|  |   | 0.08  | 0.30   | -0.20  | 0.33   | 0.68   |
| $( C . A_i - C . A_{promed} )^2$   |   | 0.0301  | 0.0029 | 0.0381 | 0.0194 | 0.0098 |
|  |   | 0.0015  | 0.0323 | 0.0126 | 0.0132 | 0.0319 |
|  |   | 0.0930  | 0.0521 | 0.1621 | 0.0602 | 0.0024 |
|  |   | 0.0180  | 0.0236 | 0.0218 | 0.0018 | 0.0039 |
|  |   | 0.0197  | 0.0682 | 0.1073 | 0.0026 | 0.1697 |
|  |   | 0.0057  | 0.0921 | 0.0381 | 0.1101 | 0.4566 |
| SUMATORIA  | $\sum_{i=1}^n ( C . A_{promed} )^2$               | 1.70  |        |        |        |        |
| DESVIACION ESTANDAR  | $\delta = \sqrt{\frac{\sum(CA_{promed})^2}{n-1}}$ | 0.24  |        |        |        |        |
|  | $C.A_{CARACT} = C.A_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$ | 1.81  |        |        |        |        |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CARACTERÍSTICO  |   | 1.81  |        |        | %      |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 16: Capacidad de absorción Macadán Cerro Negro

| INFORMACION GENERAL RESUMEN  |  |   |        |        |        |        |
|--|--|---|--------|--------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN A.FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>MACADAN CERRO NEGRO |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |        |        |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CARACTERÍSTICO  |  |   |        |        |        |        |
| DESCRIPCIÓN  |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  |  | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24  | 25-30  |
| C.A.i ( Capacidad de Absorción )   |  | 2.21  | 2.31   | 2.33   | 2.81   | 2.86   |
|  |  | 2.36  | 2.33   | 2.35   | 2.92   | 2.96   |
|  |  | 2.22  | 2.35   | 2.56   | 2.88   | 2.84   |
|  |  | 2.39  | 2.35   | 2.76   | 2.89   | 2.83   |
|  |  | 2.30  | 2.40   | 2.78   | 2.88   | 2.81   |
|  |  | 2.38  | 2.36   | 2.84   | 2.99   | 2.88   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (C . A_i)$   |  | 78.13   |        |        |        |        |
| $C.A_{promed} = \frac{\sum}{n}$  |  | 2.60  |        |        |        |        |
| $C . A_i - C . A_{promed}$   |  | -0.39   | -0.29  | -0.28  | 0.21   | 0.25   |
|  |  | -0.24   | -0.28  | -0.25  | 0.32   | 0.36   |
|  |  | -0.38   | -0.25  | -0.05  | 0.28   | 0.23   |
|  |  | -0.21   | -0.26  | 0.16   | 0.29   | 0.23   |
|  |  | -0.30   | -0.20  | 0.17   | 0.28   | 0.21   |
|  |  | -0.23   | -0.24  | 0.23   | 0.38   | 0.27   |
| $(C . A_i - C . A_{promed})^2$   |  | 0.1526  | 0.0863 | 0.0777 | 0.0433 | 0.0639 |
|  |  | 0.0581  | 0.0766 | 0.0649 | 0.1008 | 0.1269 |
|  |  | 0.1470  | 0.0647 | 0.0023 | 0.0776 | 0.0541 |
|  |  | 0.0440  | 0.0667 | 0.0241 | 0.0815 | 0.0519 |
|  |  | 0.0905  | 0.0417 | 0.0304 | 0.0772 | 0.0425 |
|  |  | 0.0521  | 0.0582 | 0.0537 | 0.1477 | 0.0755 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (C . A_{promed})^2$  |  | 2.13  |        |        |        |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum(CA_{promed})^2}{n-1}}$                          |  | 0.27  |        |        |        |        |
| $C.A_{CARACT} = C.A_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$  |  | 2.24  |        |        |        |        |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CARACTERÍSTICO  |  | 2.24  |        |        | %      |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.2.2.6. Capacidad de absorción del Agregado grueso ( INEN 857 )

Basado en el procedimiento dado por la norma, de los ensayos realizados se tiene los siguientes resultados:

Tabla 17: Capacidad de absorción Característico Ripio Cerro Negro

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |  |   |        |        |          |        |
|---|--|---|--------|--------|----------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO CERRO NEGRO |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |          |        |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CARACTERÍSTICO   |  |   |        |        |          |        |
| DESCRIPCIÓN   |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |          |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   |  | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24    | 25-30  |
| C.A.i ( Capacidad de Absorción )  |  | 2.15  | 2.22   | 2.24   | 1.91     | 2.58   |
|   |  | 2.29  | 1.95   | 2.37   | 2.23     | 2.51   |
|   |  | 2.24  | 2.47   | 1.94   | 2.08     | 2.09   |
|   |  | 2.28  | 2.35   | 2.33   | 2.57     | 2.22   |
|   |  | 2.49  | 2.47   | 2.33   | 2.30     | 2.42   |
|   |  | 2.22  | 2.44   | 2.33   | 2.78     | 2.44   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n ( C . A _ i )$  |  | 69.22   |        |        |          |        |
| $C . A _ {promed} = \frac{\sum}{n}$   |  | 2.31  |        |        |          |        |
| $C . A _ i - C . A _ {promed}$  |  | -0.16   | -0.09  | -0.07  | -0.39    | 0.27   |
|   |  | -0.02   | -0.36  | 0.06   | -0.08    | 0.20   |
|   |  | -0.07   | 0.16   | -0.37  | -0.23    | -0.22  |
|   |  | -0.02   | 0.04   | 0.02   | 0.26     | -0.09  |
|   |  | 0.18  | 0.17   | 0.02   | 0.00     | 0.11   |
|   |  | -0.09   | 0.13   | 0.03   | 0.47     | 0.14   |
| $( C . A _ i - C . A _ {promed} ) ^ 2$  |  | 0.0260  | 0.0073 | 0.0045 | 0.1555   | 0.0752 |
|   |  | 0.0004  | 0.1312 | 0.0038 | 0.0062   | 0.0406 |
|   |  | 0.0045  | 0.0258 | 0.1337 | 0.0533   | 0.0487 |
|   |  | 0.0005  | 0.0017 | 0.0003 | 0.0682   | 0.0079 |
|   |  | 0.0338  | 0.0273 | 0.0003 | 0.0000   | 0.0116 |
|   |  | 0.0079  | 0.0179 | 0.0007 | 0.2190   | 0.0187 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n ( C . A _ {promed} ) ^ 2$   |  | 1.13  |        |        |          |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum(CA_{promed})^2}{n-1}}$                           |  | 0.19  |        |        |          |        |
| $C . A _ {CARACT} = C . A _ {PROMED} - 1.34 * k * \delta$                                       |  | 2.05  |        |        |          |        |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CARACTERISTICO</b>  |  | <b>2.05</b>   |        |        | <b>%</b> |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga



### 5.2.2.7. Contenido de humedad de agregados Fino y Grueso (INEN 862)

Los resultados de los ensayos realizados tanto en arena de río, macadán y ripio se muestran a continuación:

Tabla 18: Contenido de Humedad Característico Arena de Río.

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |   |   |        |        |        |        |
|---|---|---|--------|--------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO HUMEDAD ARENA DE RIO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |   | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |        |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD CARACTERÍSTICO   |   |   |        |        |        |        |
| DESCRIPCIÓN   |   | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   |   | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24  | 25-30  |
| C.H.i ( Contenido de Humedad )  |   | 5.37  | 6.91   | 5.22   | 6.46   | 6.28   |
|   |   | 5.58  | 5.50   | 6.03   | 6.31   | 6.11   |
|   |   | 5.89  | 5.63   | 5.87   | 6.34   | 6.24   |
|   |   | 6.05  | 4.82   | 6.39   | 6.26   | 6.28   |
|   |   | 5.79  | 6.19   | 6.39   | 6.42   | 6.30   |
|   |   | 5.88  | 5.03   | 6.42   | 6.47   | 6.49   |
| SUMATORIA   | $\sum_{i=1}^n (C.H_i)$                            | 180.90  |        |        |        |        |
|   | $C.H_{promed} = \frac{\sum}{n}$                   | 6.03  |        |        |        |        |
| $C.H_i - C.H_{promed}$  |   | -0.66   | 0.88   | -0.81  | 0.43   | 0.25   |
|   |   | -0.45   | -0.53  | 0.00   | 0.28   | 0.08   |
|   |   | -0.14   | -0.40  | -0.16  | 0.31   | 0.21   |
|   |   | 0.02  | -1.21  | 0.36   | 0.23   | 0.25   |
|   |   | -0.24   | 0.16   | 0.36   | 0.39   | 0.27   |
|   |   | -0.15   | -1.00  | 0.39   | 0.44   | 0.46   |
| $(C.H_i - C.H_{promed})^2$  |   | 0.4293  | 0.7662 | 0.6604 | 0.1843 | 0.0623 |
|   |   | 0.2055  | 0.2854 | 0.0000 | 0.0811 | 0.0061 |
|   |   | 0.0197  | 0.1610 | 0.0252 | 0.0937 | 0.0449 |
|   |   | 0.0005  | 1.4742 | 0.1310 | 0.0520 | 0.0606 |
|   |   | 0.0588  | 0.0251 | 0.1265 | 0.1519 | 0.0745 |
|   |   | 0.0218  | 1.0099 | 0.1493 | 0.1978 | 0.2159 |
| SUMATORIA   | $\sum_{i=1}^n (C.H_{promed})^2$                   | 6.77  |        |        |        |        |
| DESVIACIÓN STÁNDAR  | $\delta = \sqrt{\frac{\sum(CH_{promed})^2}{n-1}}$ | 0.48  |        |        |        |        |
| $C.H_{CARACT} = C.H_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$   |   | 5.39  |        |        |        |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD CARACTERÍSTICO   |   | 5.39  |        |        | %      |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 19: Contenido de Humedad Característico Macadán Cerro-Negro.

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |  |   |        |        |        |        |
|---|--|---|--------|--------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD AGREG. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>MACADAN CERRO NEGRO |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |        |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD CARACTERÍSTICO   |  |   |        |        |        |        |
| DESCRIPCIÓN   |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   |  | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24  | 25-30  |
| C.H.i ( Contenido de Humedad )  |  | 6.10  | 6.24   | 6.85   | 6.17   | 6.15   |
|   |  | 6.00  | 6.10   | 6.14   | 6.19   | 6.18   |
|   |  | 6.08  | 6.10   | 6.63   | 6.16   | 6.21   |
|   |  | 6.14  | 6.23   | 6.49   | 6.60   | 6.22   |
|   |  | 6.66  | 6.54   | 6.17   | 6.25   | 6.16   |
|   |  | 6.19  | 6.26   | 6.39   | 6.21   | 6.23   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (C.H_i)$  |  | 188.03  |        |        |        |        |
| $C.H_{promed} = \frac{\sum}{n}$   |  | 6.27  |        |        |        |        |
| $C.H_i - C.H_{promed}$  |  | -0.17   | -0.02  | 0.58   | -0.10  | -0.12  |
|   |  | -0.27   | -0.17  | -0.12  | -0.08  | -0.09  |
|   |  | -0.19   | -0.17  | 0.36   | -0.10  | -0.06  |
|   |  | -0.12   | -0.03  | 0.22   | 0.34   | -0.05  |
|   |  | 0.39  | 0.27   | -0.09  | -0.02  | -0.11  |
|   |  | -0.07   | -0.01  | 0.12   | -0.05  | -0.04  |
| $(C.H_i - C.H_{promed})^2$  |  | 0.0283  | 0.0006 | 0.3343 | 0.0104 | 0.0139 |
|   |  | 0.0717  | 0.0294 | 0.0156 | 0.0061 | 0.0074 |
|   |  | 0.0351  | 0.0297 | 0.1306 | 0.0109 | 0.0037 |
|   |  | 0.0156  | 0.0012 | 0.0483 | 0.1130 | 0.0022 |
|   |  | 0.1501  | 0.0740 | 0.0087 | 0.0005 | 0.0127 |
|   |  | 0.0055  | 0.0001 | 0.0141 | 0.0029 | 0.0015 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (C.H_i - C.H_{promed})^2$   |  | 1.18  |        |        |        |        |
| DESVIACIÓN STÁNDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum(CH_{promed})^2}{n-1}}$                              |  | 0.20  |        |        |        |        |
| $C.H_{CARACT} = C.H_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$   |  | 6.00  |        |        |        |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD CARACTERÍSTICO   |  | 6.00  |        |        | %      |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 20: Contenido de Humedad Característico Ripio Cerro-Negro.

| INFORMACION GENERAL RESUMEN  |  |   |        |        |        |        |
|--|--|---|--------|--------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD AG. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |        |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD CARACTERÍSTICO  |  |   |        |        |        |        |
| DESCRIPCIÓN  |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  |  | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24  | 25-30  |
| C.H.i ( Contenido de Humedad )   |  | 0.49  | 0.56   | 0.66   | 0.66   | 0.85   |
|  |  | 0.66  | 0.61   | 0.77   | 0.75   | 0.60   |
|  |  | 0.41  | 0.66   | 0.94   | 0.94   | 0.97   |
|  |  | 0.31  | 0.66   | 0.77   | 0.92   | 0.61   |
|  |  | 0.42  | 0.99   | 0.72   | 0.82   | 0.72   |
|  |  | 0.55  | 0.66   | 0.96   | 0.77   | 0.66   |
| SUMATORIA  | $\sum_{i=1}^n (C.H_i)$                             | 21.07   |        |        |        |        |
|  | $C.H_{promed} = \frac{\sum}{n}$                    | 0.70  |        |        |        |        |
| $C.H_i - C.H_{promed}$   |  | -0.21   | -0.14  | -0.04  | -0.04  | 0.14   |
|  |  | -0.04   | -0.09  | 0.07   | 0.05   | -0.10  |
|  |  | -0.29   | -0.04  | 0.24   | 0.23   | 0.27   |
|  |  | -0.40   | -0.05  | 0.07   | 0.22   | -0.09  |
|  |  | -0.28   | 0.29   | 0.02   | 0.12   | 0.01   |
|  |  | -0.15   | -0.05  | 0.26   | 0.07   | -0.05  |
| $(C.H_i - C.H_{promed})^2$   |  | 0.0462  | 0.0197 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0205 |
|  |  | 0.0015  | 0.0079 | 0.0045 | 0.0023 | 0.0099 |
|  |  | 0.0867  | 0.0014 | 0.0558 | 0.0544 | 0.0732 |
|  |  | 0.1570  | 0.0022 | 0.0043 | 0.0481 | 0.0080 |
|  |  | 0.0792  | 0.0837 | 0.0005 | 0.0136 | 0.0002 |
|  |  | 0.0238  | 0.0020 | 0.0663 | 0.0044 | 0.0021 |
| SUMATORIA  | $\sum_{i=1}^n (C.H_i - C.H_{promed})^2$            | 0.88  |        |        |        |        |
| DESVIACIÓN STÁNDAR   | $\delta = \sqrt{\frac{\sum (CH_{promed})^2}{n-1}}$ | 0.17  |        |        |        |        |
|  | $C.H_{CARACT} = C.H_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$  | 0.47  |        |        |        |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD CARACTERÍSTICO  |  | 0.47  |        |        | %      |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.2.2.8. Colorimetría

Los resultados obtenidos se resumen a continuación:

Tabla 21: Resultados de Colorimetría.

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>                     |                           |  |                                 |                          |
|--|---------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|
| ENSAYO DE:<br><b>COLORIMETRÍA</b>              |                           | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO<br>CON MATERIA RECICLADO |                                 |                          |
| REALIZADOS SOBRE:<br><b>ARENA RIO (PENIPE)</b> |                           |  |                                 |                          |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>            |                           |  |                                 |                          |
| <b>MUESTRA</b>                                 | <b>RESULTADO A 1 HORA</b> |  | <b>RESULTADO A LAS 24 HORAS</b> |                          |
|  | <b>COLOR</b>              | <b>SERIE<br/>GARDNER</b>   | <b>COLOR</b>                    | <b>SERIE<br/>GARDNER</b> |
| 1  | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 2  | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 3  | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 4  | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 5  | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 6  | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 7  | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 8  | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 9  | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 10   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 11   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 12   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 13   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 14   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 15   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 16   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 17   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 18   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 19   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 20   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 21   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 22   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 23   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 24   | Amarillo oscuro           | Nº 8   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 25   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 26   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 27   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 28   | Amarillo oscuro           | Nº 8   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 29   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |
| 30   | Amarillo claro            | Nº 5   | Amarillo Oscuro                 | Nº 8                     |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Como se observan en las tabla el agregado fino tienen coloración Amarillo Claro (una hora después) y color Amarillo Oscuro luego de transcurrido 24 horas, correspondiendo al color No. 8 de la tabla de GARDNER, por lo cual se concluye que éste material es apto para el uso en la fabricación del concreto de uso estructural.

### 5.2.2.9. Densidad óptima de agregados (Basado en norma INEN 858)

Se obtuvieron los siguientes datos y resultados de densidades óptimas de mezclas de agregados, tanto para el concreto normal, como para el concreto con residuos triturado de PVC.

Tabla 22: Datos para obtener la densidad óptima de una mezcla de agregados para un concreto normal de 210kg/cm<sup>2</sup>

| INFORME DE ENSAYOS             |         | SOLICITADOS POR:   |           | DATOS INICIALES       |                     |                 |  |
|--------------------------------|---------|--|-----------|-----------------------|---------------------|-----------------|--|
| DENSIDAD OPTIMA                |         | ING. OSCAR CEVALLOS - ING. DIEGO BARAHONA - ING. TITO CASTILLO |           | MASA RECIPIENTE       |                     |                 |  |
| REALIZADO SOBRE                |         | PROYECTO:  |           | 7050 g                |                     |                 |  |
| ARENA - RIPIO                  |         | PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR                   |           | VOLUMEN RECIPIENTE    |                     |                 |  |
| REALIZADO POR:                 |         | PAREDES PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO                        |           | 14750 cm <sup>3</sup> |                     |                 |  |
| FRANKLIN PUCHA - XIMENA LLANGA |         | CON MATERIAL REICLADO  |           | FECHA:                |                     |                 |  |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |         |  |           |                       |                     |                 |  |
| MEZCLA (%)                     |         | MASA (g)   |           | A. FINO A AÑADIR (g)  | MASA REC+MEZCLA (g) | MASA MEZCLA (g) | DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> ) |
| A. GRUESO                      | A. FINO | A. GRUESO  | A. FINO   |                       |                     |                 |  |
| 100                            | 0       | 35000  | -         | -                     | 29400               | 22350           | <b>1,515</b>                           |
| 90                             | 10      | 35000  | 3888,90   | 3888,9                | 29980               | 22930           | <b>1,555</b>                           |
| 80                             | 20      | 35000  | 8750,00   | 4861,10               | 31320               | 24270           | <b>1,645</b>                           |
| 70                             | 30      | 35000  | 15000,00  | 6250,00               | 32500               | 25450           | <b>1,725</b>                           |
| 60                             | 40      | 35000  | 23333,30  | 8333,30               | 33380               | 26330           | <b>1,785</b>                           |
| 50                             | 50      | 35000  | 35000,00  | 11666,70              | 34560               | 27510           | <b>1,865</b>                           |
| 40                             | 60      | 35000  | 52500,00  | 17500,00              | 33520               | 26470           | <b>1,795</b>                           |
| 30                             | 70      | 35000  | 81666,70  | 29166,70              | 32900               | 25850           | <b>1,753</b>                           |
| 20                             | 80      | 35000  | 140000,00 | 58333,30              |                     |                 |  |
| 10                             | 90      | 35000  | 315000,00 | 175000,00             |                     |                 |  |
| 0                              | 100     | 35000  |           |                       |                     |                 |  |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

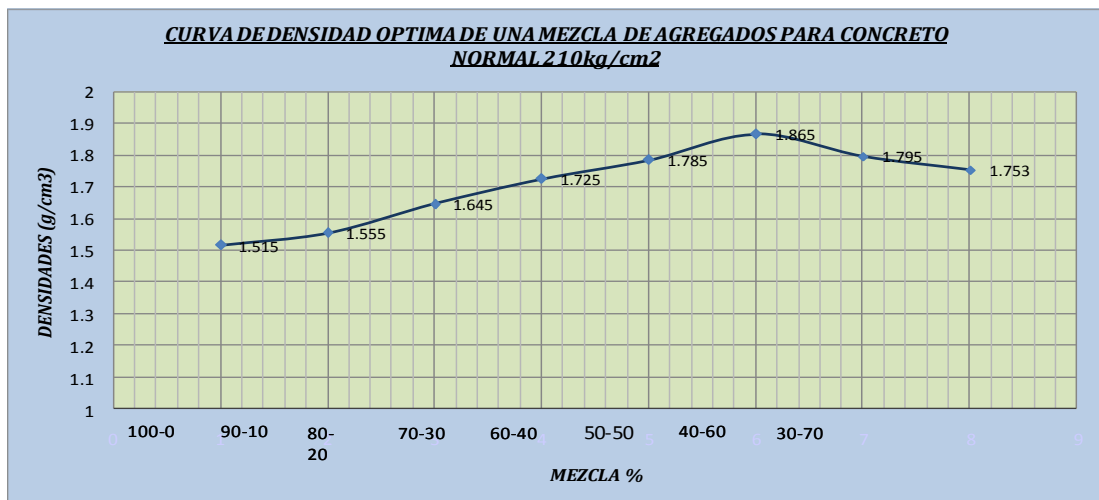


Ilustración 32: Curva densidad vs. Porcentaje de mezcla para concreto normal 210kg/cm<sup>2</sup>

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 23: Datos para obtener la densidad optima de una mezcla de agregados para un concreto ecológico

| INFORME DE ENSAYOS             |         | SOLICITADOS POR:                                       |           |                     | DATOS INICIALES     |                 |                           |
|--------------------------------|---------|--|-----------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|
| DENSIDAD OPTIMA                |         | ING.OSCAR CEVALLOS - ING. BARAHONA - ING.TITO CASTILLO |           |                     | MASA RECIPIENTE     |                 |                           |
| REALIZADO SOBRE                |         | PROYECTO:  |           |                     | 7050 g              |                 |                           |
| ARENA - RIPIO- P.V.C.          |         | PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR           |           |                     | VOLUMEN RECIPIENTE  |                 |                           |
| REALIZADO POR:                 |         | PAREDES PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO                |           |                     | 14750 cm3           |                 |                           |
| FRANKLIN PUCHA - XIMENA LLANGA |         | CON MATERIAL RECICLADO                                 |           |                     | FECHA:              |                 |                           |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |         |  |           |                     |                     |                 |                           |
| MEZCLA (%)                     |         | MASA (g)   |           | A.FINO A AÑADIR (g) | MASA REC+MEZCLA (g) | MASA MEZCLA (g) | DENSIDAD APARENTE (g/cm3) |
| A.GRUESO                       | A. FINO | A.GRUESO   | A. FINO   |                     |                     |                 |                           |
| 100                            | 0       | 35000  | -         | -                   | 27930               | 20880           | 1,416                     |
| 90                             | 10      | 35000  | 3888,90   | 3888,9              | 29260               | 22210           | 1,506                     |
| 80                             | 20      | 35000  | 8750,00   | 4861,10             | 31180               | 24130           | 1,636                     |
| 70                             | 30      | 35000  | 15000,00  | 6250,00             | 32360               | 25310           | 1,716                     |
| 60                             | 40      | 35000  | 23333,30  | 8333,30             | 32950               | 25900           | 1,756                     |
| 50                             | 50      | 35000  | 35000,00  | 11666,70            | 34070               | 27020           | 1,832                     |
| 40                             | 60      | 35000  | 52500,00  | 17500,00            | 33040               | 25990           | 1,762                     |
| 30                             | 70      | 35000  | 81666,70  | 29166,70            | 32105               | 25055           | 1,699                     |
| 20                             | 80      | 35000  | 140000,00 | 58333,30            |                     |                 |                           |
| 10                             | 90      | 35000  | 315000,00 | 175000,00           |                     |                 |                           |
| 0                              | 100     | 35000  |           |                     |                     |                 |                           |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

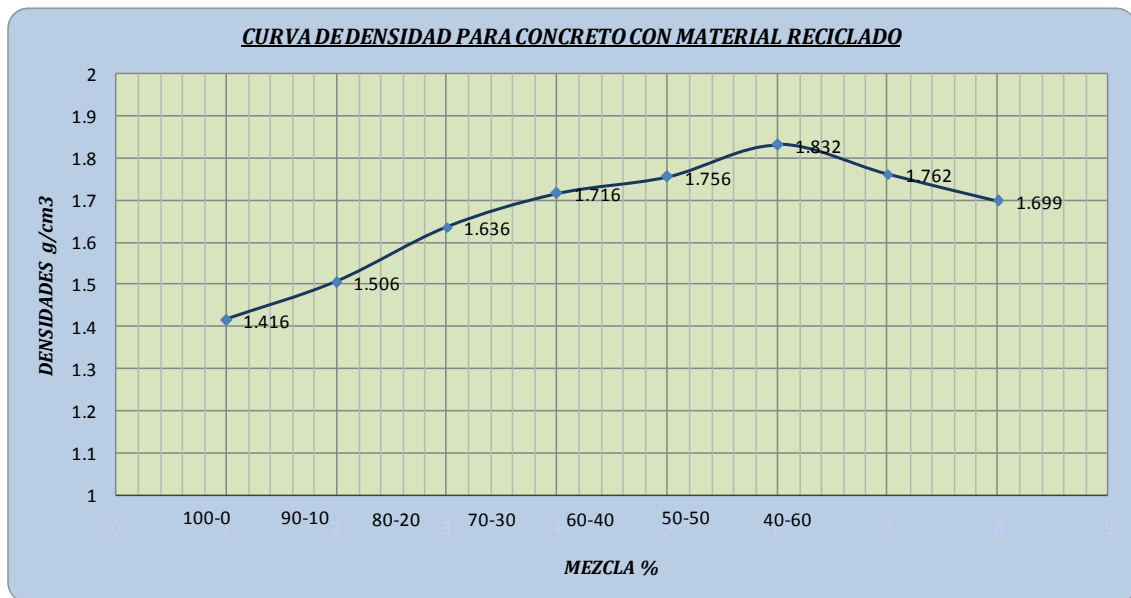


Ilustración 33: Curva densidad vs. Porcentaje de mezcla del Concreto ecológico

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.2.2.10. Material Reciclado - PVC triturado

Los resultados de: masa unitaria suelta, peso específico, absorción, contenido de humedad se muestran a continuación, obtenidos bajo los mismos parámetros y normas.

Tabla 24: Masa Unitaria Suelta Característico P.V.C. (Basado en Norma INEN 858)

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |  |   |        |        |                     |        |
|---|--|---|--------|--------|---------------------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>MASA UNITARIA SUELTA<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |                     |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERÍSTICA                                     |  |   |        |        |                     |        |
| DESCRIPCIÓN   |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |                     |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   |  | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24               | 25-30  |
| MUS <sub>i</sub>  |  | 0.70  | 0.68   | 0.70   | 0.70                | 0.67   |
|   |  | 0.70  | 0.70   | 0.68   | 0.67                | 0.68   |
|   |  | 0.69  | 0.68   | 0.66   | 0.69                | 0.68   |
|   |  | 0.67  | 0.67   | 0.68   | 0.71                | 0.70   |
|   |  | 0.66  | 0.69   | 0.68   | 0.70                | 0.68   |
|   |  | 0.68  | 0.71   | 0.70   | 0.68                | 0.66   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (MUS_i)$  |  | 20.54   |        |        |                     |        |
| $MUS_{promed} = \frac{\sum}{n}$   |  | 0.68  |        |        |                     |        |
| $MUS_i - MUS_{promed}$  |  | 0.01  | -0.01  | 0.01   | 0.02                | -0.02  |
|   |  | 0.02  | 0.01   | -0.01  | -0.02               | -0.01  |
|   |  | 0.00  | 0.00   | -0.02  | 0.01                | -0.01  |
|   |  | -0.01   | -0.02  | -0.01  | 0.03                | 0.01   |
|   |  | -0.02   | 0.01   | -0.01  | 0.01                | 0.00   |
| $(MUS_i - MUS_{promed})^2$  |  | 0.0002  | 0.0001 | 0.0001 | 0.0002              | 0.0004 |
|   |  | 0.0003  | 0.0002 | 0.0000 | 0.0002              | 0.0001 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0004 | 0.0001              | 0.0001 |
|   |  | 0.0001  | 0.0002 | 0.0001 | 0.0007              | 0.0002 |
|   |  | 0.0004  | 0.0001 | 0.0000 | 0.0002              | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000              | 0.0000 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (MUS_i - MUS_{promed})^2$                       |  | 0.00  |        |        |                     |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum (MUS_{promed})^2}{n-1}}$ |  | 0.001   |        |        |                     |        |
| $MUS_{CARACT} = MUS_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$                       |  | 0.68  |        |        |                     |        |
| MASA UNITARIA SUELTA CARACTERISTICA                                     |  | 0.68  |        |        | g / cm <sup>3</sup> |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 25: Peso Específico Característico P.V.C. (Basado en Norma INEN 857)

| INFORMACION GENERAL RESUMEN   |  |   |        |                           |        |        |
|---|--|---|--------|---------------------------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |                           |        |        |
| PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO  |  |   |        |                           |        |        |
| DESCRIPCIÓN   |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |                           |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   |  | 1-6   | 7-12   | 13-18                     | 19-24  | 25-30  |
| $P.E._i$ (PesoEspecífico)   |  | 0.77  | 0.77   | 0.77                      | 0.77   | 0.77   |
|   |  | 0.77  | 0.77   | 0.77                      | 0.77   | 0.80   |
|   |  | 0.77  | 0.77   | 0.77                      | 0.77   | 0.77   |
|   |  | 0.77  | 0.77   | 0.77                      | 0.77   | 0.77   |
|   |  | 0.77  | 0.77   | 0.77                      | 0.77   | 0.76   |
|   |  | 0.81  | 0.77   | 0.77                      | 0.77   | 0.77   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E._i)$   |  | 23.16   |        |                           |        |        |
| $P.E._{promed} = \frac{\sum}{n}$  |  | 0.77  |        |                           |        |        |
| $P.E._i - P.E._{promed}$  |  | 0.00  | 0.00   | 0.00                      | 0.00   | 0.00   |
|   |  | 0.00  | 0.00   | 0.00                      | 0.00   | 0.03   |
|   |  | 0.00  | 0.00   | 0.00                      | 0.00   | 0.00   |
|   |  | 0.00  | 0.00   | 0.00                      | 0.00   | 0.00   |
|   |  | 0.00  | 0.00   | 0.00                      | 0.00   | -0.01  |
|   |  | 0.04  | 0.00   | 0.00                      | 0.00   | 0.00   |
| $(P.E._i - P.E._{promed})^2$  |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000                    | 0.0000 | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000                    | 0.0000 | 0.0008 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000                    | 0.0000 | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000                    | 0.0000 | 0.0000 |
|   |  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000                    | 0.0000 | 0.0001 |
|   |  | 0.0014  | 0.0000 | 0.0000                    | 0.0000 | 0.0000 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (P.E._{promed})^2$                                |  | 0.00  |        |                           |        |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum(PE_{promed})^2}{n-1}}$     |  | 0.000   |        |                           |        |        |
| $P.E._{CARACT} = P.E._{PROMED} - 1.34 * k * \delta$                       |  | 0.77  |        |                           |        |        |
| <b>PESO ESPECÍFICO CARACTERÍSTICO</b>                                     |  | <b>0.77</b>   |        | <b>g / cm<sup>3</sup></b> |        |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga



Tabla 26: Capacidad de Absorción Característico P.V.C. (Basado en Norma INEN 857)

| INFORMACION GENERAL RESUMEN  |  |   |        |        |        |        |
|--|--|---|--------|--------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN P.V.C<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |  | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |        |        |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CARACTERÍSTICO  |  |   |        |        |        |        |
| DESCRIPCIÓN  |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  |  | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24  | 25-30  |
| C.A.i ( Capacidad de Absorción )   |  | 7.31  | 7.86   | 5.41   | 7.65   | 6.92   |
|  |  | 5.80  | 6.88   | 6.35   | 6.25   | 6.42   |
|  |  | 5.83  | 6.22   | 6.02   | 6.30   | 6.77   |
|  |  | 6.32  | 7.79   | 6.23   | 6.13   | 6.24   |
|  |  | 6.00  | 7.21   | 6.34   | 5.53   | 7.11   |
|  |  | 7.51  | 6.53   | 7.93   | 5.91   | 6.39   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n ( C . A_i )$   |  | 197.12  |        |        |        |        |
| $C.A_{promed} = \frac{\sum}{n}$  |  | 6.57  |        |        |        |        |
| $C . A_i - C . A_{promed}$   |  | 0.74  | 1.29   | -1.16  | 1.08   | 0.35   |
|  |  | -0.77   | 0.31   | -0.22  | -0.32  | -0.15  |
|  |  | -0.74   | -0.36  | -0.55  | -0.27  | 0.19   |
|  |  | -0.26   | 1.22   | -0.34  | -0.44  | -0.33  |
|  |  | -0.57   | 0.64   | -0.23  | -1.04  | 0.54   |
|  |  | 0.93  | -0.04  | 1.36   | -0.66  | -0.18  |
| $( C . A_i - C . A_{promed} )^2$   |  | 0.5417  | 1.6564 | 1.3419 | 1.1724 | 0.1204 |
|  |  | 0.5977  | 0.0978 | 0.0490 | 0.1042 | 0.0230 |
|  |  | 0.5542  | 0.1262 | 0.3050 | 0.0754 | 0.0379 |
|  |  | 0.0651  | 1.4986 | 0.1152 | 0.1935 | 0.1122 |
|  |  | 0.3244  | 0.4041 | 0.0548 | 1.0822 | 0.2868 |
|  |  | 0.8741  | 0.0017 | 1.8443 | 0.4358 | 0.0324 |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n ( C . A_{promed} )^2$                                    |  | 14.13   |        |        |        |        |
| DESVIACION ESTANDAR $\delta = \sqrt{\frac{\sum(CA_{promed})^2}{n-1}}$            |  | 0.69  |        |        |        |        |
| $C.A_{CARACT} = C.A_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$                                |  | 5.65  |        |        |        |        |
| CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CARACTERÍSTICO  |  | 5.65  |        | %      |        |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 27: Contenido de Humedad Característico P.V.C. (Basado en Norma INEN 862)

| INFORMACION GENERAL RESUMEN  |   |   |        |        |        |        |
|--|---|---|--------|--------|--------|--------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |   | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |        |        |        |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD CARACTERÍSTICO                                      |   |   |        |        |        |        |
| DESCRIPCIÓN  |   | VALORES DE LOS ENSAYOS  |        |        |        |        |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  |   | 1-6   | 7-12   | 13-18  | 19-24  | 25-30  |
| C.H.i ( Contenido de Humedad )   |   | 0.40  | 0.21   | 0.18   | 0.32   | 0.56   |
|  |   | 0.37  | 0.50   | 0.47   | 0.52   | 0.55   |
|  |   | 0.24  | 0.45   | 0.22   | 0.17   | 0.49   |
|  |   | 0.29  | 0.26   | 0.18   | 0.40   | 0.32   |
|  |   | 0.26  | 0.21   | 0.40   | 0.24   | 0.28   |
|  |   | 0.20  | 0.21   | 0.23   | 0.28   | 0.48   |
| SUMATORIA  | $\sum_{i=1}^n (C.H_i)$                            | 9.87  |        |        |        |        |
|  | $C.H_{promed} = \frac{\sum}{n}$                   | 0.33  |        |        |        |        |
| $C.H_i - C.H_{promed}$   |   | 0.07  | -0.12  | -0.15  | -0.01  | 0.23   |
|  |   | 0.04  | 0.17   | 0.14   | 0.19   | 0.22   |
|  |   | -0.09   | 0.12   | -0.11  | -0.16  | 0.16   |
|  |   | -0.04   | -0.07  | -0.15  | 0.07   | -0.01  |
|  |   | -0.07   | -0.12  | 0.07   | -0.09  | -0.05  |
|  |   | -0.13   | -0.12  | -0.10  | -0.05  | 0.15   |
| $(C.H_i - C.H_{promed})^2$   |   | 0.0046  | 0.0145 | 0.0231 | 0.0000 | 0.0524 |
|  |   | 0.0020  | 0.0294 | 0.0206 | 0.0365 | 0.0481 |
|  |   | 0.0086  | 0.0140 | 0.0122 | 0.0247 | 0.0256 |
|  |   | 0.0019  | 0.0047 | 0.0221 | 0.0049 | 0.0000 |
|  |   | 0.0044  | 0.0145 | 0.0051 | 0.0086 | 0.0024 |
|  |   | 0.0178  | 0.0136 | 0.0095 | 0.0027 | 0.0215 |
| SUMATORIA  | $\sum_{i=1}^n (C.H_i - C.H_{promed})^2$           | 0.45  |        |        |        |        |
| DESVIACIÓN STÁNDAR   | $\delta = \sqrt{\frac{\sum(CH_{promed})^2}{n-1}}$ | 0.12  |        |        |        |        |
|  | $C.H_{CARACT} = C.H_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$ | 0.17  |        |        |        |        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD CARACTERÍSTICO                                      |   | 0.17  |        |        | %      |        |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

## 5.3. Diseño del concreto

### 5.3.1. Dosificaciones

Para obtener una dosificación ideal que cumpla todos los parámetros establecidos en la investigación, se debe partir de diseños de prueba los mismos que se resumen a continuación:

Tabla 28: Resultados de los ensayos a compresión de los diseños realizados

| INSTITUCIÓN:  |  | DISEÑADO POR:   |              |                                |                  |              |                  |                 |                |                   |                               |
|---|--|---|--------------|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  |  | FRANKLIN PUCHA - XIMENA LLANGA                              |              |                                |                  |              |                  |                 |                |                   |                               |
| PROYECTO:   |  | DIRECTOR:   |              |                                |                  |              |                  |                 |                |                   |                               |
| PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES DE CONC.ELAB. CON MATERIAL RECICL. |  | ING.OSCAR CEVALLOS - ING.TITO CASTILLO- ING. DIEGO BARAHONA |              |                                |                  |              |                  |                 |                |                   |                               |
| UBICACIÓN:  |  | DESCRIPCIÓN:  |              | PROBETAS TOMADAS POR:          |                  |              |                  |                 |                |                   |                               |
| RIOBAMBA- CHIMBORAZO  |  | RESUMEN DE DISEÑOS  |              | FRANKLIN PUCHA - XIMENA LLANGA |                  |              |                  |                 |                |                   |                               |
| DATOS DE LAS PROBETAS   |  |   |              |                                |                  |              |                  |                 |                | RESULTADOS        |                               |
| Nº  | DESCRIPCIÓN  | DIAMETRO<br>(cm)  | PESO<br>(kg) | DEN.COM.ENU.<br>(g/cm3)        | SECCION<br>(mm2) | CARGA<br>(N) | FECHA<br>MUESTRA | FECHA<br>ENSAYO | EDAD<br>(días) | ESFUERZO<br>(MPa) | OBSERVACIONES                 |
| 1   | DISEÑO_1 (1 : 1,94 : 2,89) 7,21 sacos Cc:1kg AS: 4cm           | 15.3  | 12.59        | 2.25                           | 18 325           | 233 871      | 15-09-09         | 22-09-09        | 7              | <u>12,8</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 2   | DISEÑO_1 (1 : 1,94 : 2,89) 7,21 sacos Cc:1kg AS: 4cm           | 15.2  | 12.44        | 2.27                           | 18 194           | 253 766      | 15-09-09         | 22-09-09        | 7              | <u>13,9</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 3   | DISEÑO_1 (1 : 1,94 : 2,89) 7,21 sacos Cc:1kg AS: 4cm           | 15.0  | 12.41        | 2.32                           | 17 671           | 373 922      | 15-09-09         | 13-10-09        | 28             | <u>21,2</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 4   | DISEÑO_1 (1 : 1,94 : 2,89) 7,21 sacos Cc:1kg AS: 4cm           | 14.9  | 12.12        | 2.28                           | 17 495           | 364 827      | 15-09-09         | 13-10-09        | 28             | <u>20,9</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 1   | DISEÑO_2 (1 : 1,98 : 2,88) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 5cm          | 15.1  | 12.28        | 2.34                           | 17 979           | 120 000      | 16-09-09         | 23-09-09        | 7              | <u>6,7</u>        | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 2   | DISEÑO_2 (1 : 1,98 : 2,88) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 5cm          | 15.2  | 12.23        | 2.26                           | 18 098           | 129 890      | 16-09-09         | 23-09-09        | 7              | <u>7,2</u>        | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 3   | DISEÑO_2 (1 : 1,98 : 2,88) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 5cm          | 15.1  | 12.37        | 2.28                           | 17 979           | 270 984      | 16-09-09         | 14-10-09        | 28             | <u>15,1</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 4   | DISEÑO_2 (1 : 1,98 : 2,88) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 5cm          | 15.1  | 12.30        | 2.30                           | 17 860           | 269 341      | 16-09-09         | 14-10-09        | 28             | <u>15,1</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 1   | DISEÑO_3 (1 : 1,94 : 2,82 : 0,10) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 8cm   | 15.1  | 12.18        | 2.25                           | 17 908           | 118 744      | 18-09-09         | 25-09-09        | 7              | <u>6,6</u>        | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC |
| 2   | DISEÑO_3 (1 : 1,94 : 2,82 : 0,10) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 8cm   | 15.1  | 12.26        | 2.29                           | 17 789           | 130 994      | 18-09-09         | 25-09-09        | 7              | <u>7,4</u>        | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC |
| 3   | DISEÑO_3 (1 : 1,94 : 2,82 : 0,10) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 8cm   | 15.0  | 12.29        | 2.30                           | 17 742           | 245 737      | 18-09-09         | 22-10-09        | 34             | <u>13,9</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC |
| 4   | DISEÑO_3 (1 : 1,94 : 2,82 : 0,10) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 8cm   | 15.1  | 12.22        | 2.34                           | 17 955           | 280 590      | 18-09-09         | 22-10-09        | 34             | <u>15,6</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC |
| 1   | DISEÑO_4 (1 : 1,78 : 2,58 : 0,50) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 4,5cm | 15.1  | 11.77        | 1.98                           | 17 789           | 125 278      | 18-09-09         | 25-09-09        | 7              | <u>7,0</u>        | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC |
| 2   | DISEÑO_4 (1 : 1,78 : 2,58 : 0,50) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 4,5cm | 15.2  | 11.76        | 2.07                           | 18 146           | 128 968      | 18-09-09         | 25-09-09        | 7              | <u>7,1</u>        | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC |
| 3   | DISEÑO_4 (1 : 1,78 : 2,58 : 0,50) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 4,5cm | 15.2  | 12.01        | 2.16                           | 18 218           | 268 732      | 18-09-09         | 22-10-09        | 34             | <u>14,8</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC |
| 4   | DISEÑO_4 (1 : 1,78 : 2,58 : 0,50) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 4,5cm | 15.1  | 11.77        | 2.18                           | 17 908           | 284 894      | 18-09-09         | 22-10-09        | 34             | <u>15,9</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC |
| 1   | DISEÑO_5 (1 : 1,58 : 2,28 : 1,00) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 3cm   | 14.8  | 10.69        | 2.07                           | 17 145           | 98 781       | 18-09-09         | 25-09-09        | 7              | <u>5,8</u>        | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
| 2   | DISEÑO_5 (1 : 1,58 : 2,28 : 1,00) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 3cm   | 15.2  | 11.21        | 2.03                           | 18 146           | 122 218      | 18-09-09         | 25-09-09        | 7              | <u>6,7</u>        | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
| 3   | DISEÑO_5 (1 : 1,58 : 2,28 : 1,00) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 3cm   | 15.0  | 11.10        | 2.14                           | 17 554           | 235 895      | 18-09-09         | 22-10-09        | 34             | <u>13,4</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
| 4   | DISEÑO_5 (1 : 1,58 : 2,28 : 1,00) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 3cm   | 15.1  | 10.89        | 1.99                           | 17 908           | 237 698      | 18-09-09         | 22-10-09        | 34             | <u>13,3</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |

| N°   | DESCRIPCION  | DIAMETRO<br>(cm) | PESO<br>(Kg) | DEM.CON.ENDU.<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | SECCION<br>(mm <sup>2</sup> ) | CARGA<br>(N) | FECHA<br>MUESTRA | FECHA<br>ENSAYO | EDAD<br>(días) | ESFUERZO<br>(MPa) | OBSERVACIONES                 |
|--|--|------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------------------|
| 1  | DISEÑO_6 (1:1,72:2,52) 7,92 sacos Cc:1kg AS:5cm            | 15,1             | 12,48        | 2,28                                  | 17 908                        | 187 771      | 05-10-09         | 12-10-09        | 7              | <u>10,5</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 2  | DISEÑO_6 (1:1,72:2,52) 7,92 sacos Cc:1kg AS:5cm            | 14,8             | 11,89        | 2,30                                  | 17 203                        | 162 689      | 05-10-09         | 12-10-09        | 7              | <u>9,5</u>        | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 3  | DISEÑO_6 (1:1,72:2,52) 7,92 sacos Cc:1kg AS:5cm            | 15,0             | 11,92        | 2,24                                  | 17 554                        | 406 104      | 05-10-09         | 02-11-09        | 28             | <u>23,1</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 4  | DISEÑO_6 (1:1,72:2,52) 7,92 sacos Cc:1kg AS:5cm            | 15,1             | 12,26        | 2,28                                  | 17 849                        | 413 981      | 05-10-09         | 02-11-09        | 28             | <u>23,2</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
|  |  |                  |              |                                       |                               |              |                  |                 |                |                   |                               |
| 1  | DISEÑO_7 (1:1,73:2,55) 7,77 sacos Cc:1kg AS:15cm           | 15,1             | 12,53        | 2,30                                  | 17 908                        | 126 558      | 13-10-09         | 22-10-09        | 9              | <u>7,1</u>        | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 2  | DISEÑO_7 (1:1,73:2,55) 7,77 sacos Cc:1kg AS:15cm           | 14,9             | 12,01        | 2,25                                  | 17 437                        | 119 688      | 13-10-09         | 22-10-09        | 9              | <u>6,9</u>        | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 3  | DISEÑO_7 (1:1,73:2,55) 7,77 sacos Cc:1kg AS:15cm           | 15,2             | 12,34        | 2,23                                  | 18 146                        | 145 800      | 13-10-09         | 22-10-09        | 9              | <u>8,0</u>        | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 4  | DISEÑO_7 (1:1,73:2,55) 7,77 sacos Cc:1kg AS:15cm           | 15,0             | 12,42        | 2,30                                  | 17 671                        | 129 900      | 13-10-09         | 22-10-09        | 9              | <u>7,4</u>        | Dis. Cemento Chimborazo       |
|  |  |                  |              |                                       |                               |              |                  |                 |                |                   |                               |
| 1  | DISEÑO_8 (1:1,97:2,84) 7,26 sacos Cc:1kg AS:6cm            | 15,1             | 12,22        | 2,28                                  | 17 789                        | 116 099      | 23-10-09         | 30-10-09        | 7              | <u>6,5</u>        | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 2  | DISEÑO_8 (1:1,97:2,84) 7,26 sacos Cc:1kg AS:6cm            | 15,1             | 12,29        | 2,26                                  | 17 908                        | 108 121      | 23-10-09         | 30-10-09        | 7              | <u>6,0</u>        | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 3  | DISEÑO_8 (1:1,97:2,84) 7,26 sacos Cc:1kg AS:6cm            | 15,2             | 12,10        | 2,21                                  | 18 146                        | 240 316      | 23-10-09         | 20-11-09        | 28             | <u>13,2</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 4  | DISEÑO_8 (1:1,97:2,84) 7,26 sacos Cc:1kg AS:6cm            | 15,2             | 12,20        | 2,20                                  | 18 146                        | 257 702      | 23-10-09         | 20-11-09        | 28             | <u>14,2</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
|  |  |                  |              |                                       |                               |              |                  |                 |                |                   |                               |
| 1  | DISEÑO_9 (1:1,97:2,84) 7,26 sacos Cc:1kg AS:5cm            | 14,9             | 11,80        | 2,25                                  | 17 437                        | 220 367      | 23-10-09         | 30-10-09        | 7              | <u>12,6</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 2  | DISEÑO_9 (1:1,97:2,84) 7,26 sacos Cc:1kg AS:5cm            | 15,1             | 12,32        | 2,25                                  | 17 908                        | 229 422      | 23-10-09         | 30-10-09        | 7              | <u>12,8</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 3  | DISEÑO_9 (1:1,97:2,84) 7,26 sacos Cc:1kg AS:5cm            | 14,9             | 12,34        | 2,36                                  | 17 437                        | 364 827      | 23-10-09         | 20-11-09        | 28             | <u>20,9</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 4  | DISEÑO_9 (1:1,97:2,84) 7,26 sacos Cc:1kg AS:5cm            | 15,2             | 12,57        | 2,28                                  | 18 122                        | 406 464      | 23-10-09         | 20-11-09        | 28             | <u>22,4</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| <b>DISENOS CON ARENA DE RIO</b>                |  |                  |              |                                       |                               |              |                  |                 |                |                   |                               |
| 1  | DISEÑO_10 (1:2,29:3,26) 6,47 sacos SC:0kg AS:9,5 cm        | 15,1             | 12,68        | 2,36                                  | 17 908                        | 213 239      | 06-11-09         | 13-11-09        | 7              | <u>11,9</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 2  | DISEÑO_10 (1:2,29:3,26) 6,47 sacos SC:0kg AS:9,5 cm        | 15,1             | 12,95        | 2,40                                  | 17 789                        | 202 351      | 06-11-09         | 13-11-09        | 7              | <u>11,4</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 3  | DISEÑO_10 (1:2,29:3,26) 6,47 sacos SC:0kg AS:9,5 cm        | 15,0             | 12,73        | 2,42                                  | 17 554                        | 353 781      | 06-11-09         | 04-12-09        | 28             | <u>20,2</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
| 4  | DISEÑO_10 (1:2,29:3,26) 6,47 sacos SC:0kg AS:9,5 cm        | 14,9             | 12,31        | 2,37                                  | 17 437                        | 330 891      | 06-11-09         | 04-12-09        | 28             | <u>19,0</u>       | Dis. Cemento Chimborazo       |
|  |  |                  |              |                                       |                               |              |                  |                 |                |                   |                               |
| 1  | DISEÑO_11 (1:2,29:3,26) 6,47 sacos SC:0kg AS:11 cm         | 15,0             | 12,79        | 2,43                                  | 17 554                        | 260 124      | 06-11-09         | 13-11-09        | 7              | <u>14,8</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 2  | DISEÑO_11 (1:2,29:3,26) 6,47 sacos SC:0kg AS:11 cm         | 15,1             | 12,93        | 2,38                                  | 17 908                        | 257 961      | 06-11-09         | 13-11-09        | 7              | <u>14,4</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 3  | DISEÑO_11 (1:2,29:3,26) 6,47 sacos SC:0kg AS:11 cm         | 15,0             | 12,91        | 2,43                                  | 17 671                        | 404 701      | 06-11-09         | 04-12-09        | 28             | <u>22,9</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| 4  | DISEÑO_11 (1:2,29:3,26) 6,47 sacos SC:0kg AS:11 cm         | 15,0             | 12,99        | 2,44                                  | 17 554                        | 413 226      | 06-11-09         | 04-12-09        | 28             | <u>23,5</u>       | Dis. Cemento Rocafuerte       |
| <b>DISENO BASE ( 1 : 2,10 : 3 ) 6,89 sacos</b> |  |                  |              |                                       |                               |              |                  |                 |                |                   |                               |
| 1  | DISEÑO_12 (1:2,06:2,94:0,10) 6,89 sacos SC:0kg AS = 13cm   | 15,2             | 12,76        | 2,36                                  | 18 027                        | 346 875      | 16-11-09         | 23-11-09        | 7              | <u>19,2</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC |
| 2  | DISEÑO_12 (1:2,06:2,94:0,10) 6,89 sacos SC:0kg AS = 13cm   | 15,1             | 12,87        | 2,38                                  | 17 908                        | 349 672      | 16-11-09         | 23-11-09        | 7              | <u>19,5</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC |
| 3  | DISEÑO_12 (1:2,06:2,94:0,10) 6,89 sacos SC:0kg AS = 13cm   | 15,0             | 12,88        | 2,43                                  | 17 671                        | 448 138      | 16-11-09         | 14-12-09        | 28             | <u>25,4</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC |
| 4  | DISEÑO_12 (1:2,06:2,94:0,10) 6,89 sacos SC:0kg AS = 13cm   | 15,1             | 12,83        | 2,39                                  | 17 908                        | 509 034      | 16-11-09         | 14-12-09        | 28             | <u>28,4</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC |
|  |  |                  |              |                                       |                               |              |                  |                 |                |                   |                               |
| 1  | DISEÑO_13 (1:1,90:2,70:0,50) 6,89 sacos SC:0kg AS = 4cm    | 15,2             | 12,38        | 2,27                                  | 18 027                        | 298 125      | 16-11-09         | 23-11-09        | 7              | <u>16,5</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC |
| 2  | DISEÑO_13 (1:1,90:2,70:0,50) 6,89 sacos SC:0kg AS = 4cm    | 15,2             | 12,15        | 2,24                                  | 18 027                        | 319 200      | 16-11-09         | 23-11-09        | 7              | <u>17,7</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC |
| 3  | DISEÑO_13 (1:1,90:2,70:0,50) 6,89 sacos SC:0kg AS = 4cm    | 15,1             | 12,47        | 2,31                                  | 17 908                        | 451 141      | 16-11-09         | 14-12-09        | 28             | <u>25,2</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC |
| 4  | DISEÑO_13 (1:1,90:2,70:0,50) 6,89 sacos SC:0kg AS = 4cm    | 15,0             | 12,49        | 2,33                                  | 17 671                        | 453 677      | 16-11-09         | 14-12-09        | 28             | <u>25,7</u>       | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC |
|  |  |                  |              |                                       |                               |              |                  |                 |                |                   |                               |
| 1  | DISEÑO_14 (1:1,70:2,40:1,00) 6,89 sacos SC:0kg AS = 3,5 cm | 15,2             | 11,46        | 2,12                                  | 18 027                        | 213 430      | 16-11-09         | 23-11-09        | 7              | <u>11,8</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
| 2  | DISEÑO_14 (1:1,70:2,40:1,00) 6,89 sacos SC:0kg AS = 3,5 cm | 14,9             | 11,14        | 2,13                                  | 17 437                        | 202 746      | 16-11-09         | 23-11-09        | 7              | <u>11,6</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
| 3  | DISEÑO_14 (1:1,70:2,40:1,00) 6,89 sacos SC:0kg AS = 3,5 cm | 15,1             | 11,50        | 2,14                                  | 17 908                        | 324 820      | 16-11-09         | 14-12-09        | 28             | <u>18,1</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
| 4  | DISEÑO_14 (1:1,70:2,40:1,00) 6,89 sacos SC:0kg AS = 3,5 cm | 14,9             | 11,16        | 2,12                                  | 17 437                        | 327 743      | 16-11-09         | 14-12-09        | 28             | <u>18,8</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
|  |  |                  |              |                                       |                               |              |                  |                 |                |                   |                               |
| 1  | DISEÑO_15 (1:1,68:2,36:1,00) 6,95 sacos SC:0kg AS = 5 cm   | 15,3             | 11,98        | 2,19                                  | 18 385                        | 221 451      | 25-11-09         | 02-12-09        | 7              | <u>12,0</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
| 2  | DISEÑO_15 (1:1,68:2,36:1,00) 6,95 sacos SC:0kg AS = 5 cm   | 15,5             | 12,25        | 2,16                                  | 18 869                        | 230 633      | 25-11-09         | 02-12-09        | 7              | <u>12,2</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
| 3  | DISEÑO_15 (1:1,68:2,36:1,00) 6,95 sacos SC:0kg AS = 5 cm   | 15,3             | 11,97        | 2,21                                  | 18 265                        | 354 553      | 25-11-09         | 23-12-09        | 28             | <u>19,4</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |
| 4  | DISEÑO_15 (1:1,68:2,36:1,00) 6,95 sacos SC:0kg AS = 5 cm   | 15,0             | 11,53        | 2,18                                  | 17 671                        | 298 716      | 25-11-09         | 23-12-09        | 28             | <u>16,9</u>       | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC  |





## 5.3.2. Diseño final

Para cumplir uno de nuestros objetivos se realiza el diseño final, detallado a continuación:

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

INSTITUCIÓN: UNACH INFORME: DISEÑO 22(FINAL)  
 REALIZADO POR: FRANKLIN PUCHA - XIMENA LLANGA FECHA: 14-ene-10  
 TEMA: PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES  
DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO

#### 1.- CONDICIONES DE DISEÑO:

Resistencia a la Compresión  $f_c$  a los 28 días: **21 MPa**  
 Asentamiento en el cono: **7 cm**  
 Condición Ambiental de exposición del concreto: **CONDICIÓN NORMAL**  
 Tipo de Cemento: **CEMENTO PUZOLANICO TIPO IP**

#### 2.- MATERIALES UTILIZADOS (Procedencia):

Agregado Grueso **CERRO NEGRO**  
 Agregado Fino **ARENA RIO (PENIPE)**  
 Cemento **CHIMBORAZO**  
 Aditivo **SIN ADITIVO**

#### 3.- RESULTADOS DE LOS AGREGADOS:

##### NOMENCLATURA

D<sub>ss</sub> Densidad de los agregados en superficie saturada seca  
 $d_{apc}$  Densidad aparente compactada de los agregados  
 % Abs. Porcentaje de absorción de los agregados  
 % Hum Porcentaje de Humedad de los agregados  
 % MEZCLA Porcentaje de mezcla en dosificación de agregados  
 $d_{sc}$  Densidad aparente sin compactar de los agregados

| MATERIAL  | D <sub>ss</sub> (g/cm <sup>3</sup> ) | $d_{apc}$ (g/cm <sup>3</sup> ) | % Abs.(%) | % Hum(%) | MUS(g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------|----------|-------------------------|
| RIPIO     | 2.61                                 | -                              | 2.05      | 0.47     | 1.55                    |
| ARENA RIO | 2.56                                 | -                              | 1.81      | 5.39     | 1.67                    |
| MEZCLA    | -                                    | 1.756                          | -         | -        | -                       |
| % MEZCLA  | 40%                                  | ARENA                          | 60%       | RIPIO    | -                       |

Análisis de Colorimetría:

**grado 2**  
**RECOMENDADO PARA ELABORAR**  
**HORMIGONES**  
**DE ALTA RESISTENCIA**

Densidad suelta Cemento: **0.96 g/cm<sup>3</sup>**  
 Densidad del Concreto: **2.30 g/cm<sup>3</sup>**  
 Densidad de Cemento: **3.00 g/cm<sup>3</sup>**

**CÁLCULOS**

- a) CANTIDAD DE GRAVA POR CILINDRO: 7.00 kg  
 ESCOGER 8.00 kg  
 DATO: 10.00 9.00 kg  
 10.00 kg
- b) NUMERO DE CILINDROS A ELABORAR: 16.00
- c) CANTIDAD DE ARENA: 106.67 kg
- d) DENSIDAD SSS DE LA MEZCLA DE AGREGADOS: 2.59 g/cm<sup>3</sup>
- e) PORCENTAJE DE VACIOS: 32.20 %  
 32.20 %
- f) VOLUMEN APARENTE DE LA MEZCLA: 151.85 dm<sup>3</sup>
- g) VOLUMEN DE VACIOS = VOLUMEN DE PASTA: 48.90 dm<sup>3</sup>
- h) RELACIÓN AGUA CEMENTO: 0.60

| <b>a/c</b> | <b>f'c</b> |
|------------|------------|
| 0.60       | 22.00      |
| 0.58       | 25.00      |
| 0.56       | 28.00      |
| 0.54       | 30.00      |
| 0.52       | 34.00      |
| 0.50       | 36.00      |
| 0.48       | 38.00      |
| 0.46       | 40.00      |
| 0.44       | 42.00      |
| 0.42       | 44.00      |

- i) VOLUMEN DE PASTA: 0.93 dm<sup>3</sup>
- j) DENSIDAD DE PASTA: 1.72 g/cm<sup>3</sup>
- k) MASA DE PASTA: 84.11 kg
- l) CANTIDAD DE AGUA INICIAL: 31.54 kg o lt
- m) CANTIDAD DE CEMENTO INICIAL: 52.57 kg
- n) DOSIFICACIÓN INICIAL (kg):

| AGUA  | CEMENTO | A. FINO | A. GRUESO | ADITIVO |
|-------|---------|---------|-----------|---------|
| 31.54 | 52.57   | 106.67  | 160.00    |         |
| 0.60  | 1.00    | 2.03    | 3.04      |         |

- o) CORRECCIÓN POR HUMEDAD (kg):
- |          |        |                           |       |   |      |
|----------|--------|---------------------------|-------|---|------|
| A. FINO= | 110.42 | SOBRESATURADA RESTAR AGUA | AGUA= | - | 3.75 |
|----------|--------|---------------------------|-------|---|------|



|  |         |                   |                  |         |              |
|--|---------|-------------------|------------------|---------|--------------|
| A. GRUESO  |         |                   |                  |         |              |
| =  | 157.52  | SECO AGREGAR AGUA | AGUA=            | 2.48    |              |
| p) DOSIFICACIÓN CORREGIDA POR HUMEDAD (kg):                                      |         |                   |                  |         |              |
| AGUA   | CEMENTO | A. FINO           | A. GRUESO        | ADITIVO |              |
| 30.27  | 52.57   | 110.42            | 157.52           |         |              |
| 0.58   | 1.00    | 2.10              | 3.00             |         |              |
| q) DOSIFICACIÓN CORREGIDA POR ASENTAMIENTO:                                      |         |                   |                  |         |              |
| INGRESAR VALOR DE AGUA A AÑADIR=   |         |                   | 0.00             | kg      |              |
| AGUA   | CEMENTO | A. FINO           | A. GRUESO        | ADITIVO |              |
| 30.27  | 52.57   | 110.42            | 157.52           |         |              |
| 0.58   | 1.00    | 2.10              | 3.00             |         |              |
| CANTIDAD DE CEMENTO  |         | 344.61            | kg               | 6.89    | sacos        |
| r) DOSIFICACIÓN CON INCREMENTO DE PVC EN RELACION AL PESO DE LOS AGREGADOS (kg): |         |                   |                  |         |              |
| <b>INGRESAR EL % DE PVC A AÑADIR =</b>   |         |                   | 0.50             | %       |              |
|  |         |                   | <b>MUS PVC =</b> | 0.68    | <b>g/cm3</b> |
| AGUA   | CEMENTO | A. FINO           | A. GRUESO        | PVC     |              |
| 30.27  | 52.57   | 99.88             | 141.94           | 26.12   |              |
| 0.58   | 1.00    | 1.90              | 2.70             | 0.50    |              |
| CANTIDAD DE CEMENTO  |         | 344.61            | kg               | 6.89    | sacos        |

#### 4.- DOSIFICACIONES:

DOSIFICACIONES AL PESO

|             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| AGUA        | CEMENTO     | A. FINO     | A. GRUESO   | PVC         |
| <b>0.58</b> | <b>1.00</b> | <b>1.90</b> | <b>2.70</b> | <b>0.50</b> |

PESOS POR CADA METRO CUBICO DE CONCRETO (kg)

|               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| AGUA          | CEMENTO       | A. FINO       | A. GRUESO     | PVC           |
| <b>199.87</b> | <b>344.61</b> | <b>654.76</b> | <b>930.45</b> | <b>172.31</b> |

PESOS POR CADA SACO DE 50 kg (kg)

|              |              |              |               |              |
|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| AGUA         | CEMENTO      | A. FINO      | A. GRUESO     | PVC          |
| <b>29.01</b> | <b>50.00</b> | <b>95.03</b> | <b>135.04</b> | <b>25.01</b> |

VOLÚMENES APARENTES SIN COMPACTAR POR CADA SACO DE 50 kg (dm3)

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| AGUA         | CEMENTO      | A. FINO      | A. GRUESO    | PVC          |
| <b>29.01</b> | <b>52.08</b> | <b>56.90</b> | <b>87.12</b> | <b>36.78</b> |

DOSIFICACIÓN EN VOLÚMENES APARENTES

|             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| AGUA        | CEMENTO     | A. FINO     | A. GRUESO   | PVC         |
| <b>0.56</b> | <b>1.00</b> | <b>1.09</b> | <b>1.67</b> | <b>0.71</b> |

**5.- RESULTADOS EN EL LABORATORIO:**ASENTAMIENTO **7** cm**6.- DOSIFICACIÓN EN PARIHUELAS EN OBRA:**VOLUMEN PARIHUELA : 52 083.33 cm<sup>3</sup>DIMENSIONES PARIHUELA : **37.35** cm (Para un saco de cemento)

| <b>PARIHUELA EQUIVALENTE</b> |                |                |                  |            |                  |
|------------------------------|----------------|----------------|------------------|------------|------------------|
| <b>Agua</b>                  | <b>Cemento</b> | <b>A. Fino</b> | <b>A. Grueso</b> | <b>PVC</b> | <b>Dimensión</b> |
| 1.08                         | 1.00           | 2.10           | 3.22             | 1.37       | 30               |
| 0.98                         | 1.00           | 1.91           | 2.92             | 1.24       | 31               |
| 0.89                         | 1.00           | 1.73           | 2.65             | 1.13       | 32               |
| 0.81                         | 1.00           | 1.58           | 2.42             | 1.03       | 33               |
| 0.74                         | 1.00           | 1.44           | 2.21             | 0.94       | 34               |
| 0.68                         | 1.00           | 1.32           | 2.03             | 0.86       | 35               |

| <b>ALTURAS EN "cm" PORCIÓN DECIMAL</b> |                |                |                  |            |                  |
|--|----------------|----------------|------------------|------------|------------------|
| <b>Agua</b>                            | <b>Cemento</b> | <b>A. Fino</b> | <b>A. Grueso</b> | <b>PVC</b> | <b>Dimensión</b> |
| 2.41                                   | 1.00           | 3.00           | 6.60             | 11.09      | 30               |
| 30.35                                  | 1.00           | 28.21          | 28.52            | 7.48       | 31               |
| 28.48                                  | 1.00           | 23.36          | 20.80            | 4.11       | 32               |
| 26.78                                  | 1.00           | 19.14          | 13.86            | 0.96       | 33               |
| 25.23                                  | 1.00           | 14.96          | 7.14             | 31.99      | 34               |
| 23.81                                  | 1.00           | 11.20          | 1.05             | 30.19      | 35               |

**7.- VOLUMEN DE MATERIALES SEGÚN DISEÑO QUE SE CONSUMIRÁN EN OBRA POR CADA m<sup>3</sup>:**

| AGUA          | CEMENTO     | A. FINO        | A. GRUESO      | PVC            |
|---------------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| litros        | sacos       | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> |
| <b>199.87</b> | <b>6.89</b> | <b>0.39</b>    | <b>0.60</b>    | <b>0.25</b>    |

Con éste diseño final se elaborarán cuatro probetas para cada edad, las mismas que se ensayaron a los 7, 14, 21 y 28 días después del proceso de curado, de esta manera obtuvo la resistencia característica correspondientes a cada edad. A continuación de resume en las siguientes tablas:

Tabla 29: Resultados resistencias de concreto edad 7 días con residuos de P.V.C

| <b>INFORMACION GENERAL RESUMEN</b>  |   |
|---|---|
| INFORME DE ENSAYOS<br>REALIZADOS SOBRE:<br><b>DISEÑO CONCRETO ECOLOGICO</b><br>EDAD: 7 DÍAS | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |
| <b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>   |   |
| DESCRIPCIÓN   | VALORES DE LOS ENSAYOS  |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°   | <b>1-4</b>  |
| $f_{c,i} (resistencia.)$  | 16.60   |
|   | 17.60   |
|   | 17.60   |
|   | 17.40   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (R_i)$  | 69.20   |
| $R_{promed} = \frac{\sum}{n}$   | 17.30   |
| $R_i - R_{promed}$  | -0.70   |
|   | 0.30  |
|   | 0.30  |
|   | 0.10  |
| $(R_i - R_{promed})^2$  | 0.4900  |
|   | 0.0900  |
|   | 0.0900  |
|   | 0.0100  |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (R_{promed})^2$   | 0.68  |
| DESVIACION ESTANDAR= $\delta = \sqrt{\frac{\sum (R_{promed})^2}{n-1}}$                      | 0.48  |
| $R_{CARACT} = R_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$   | 16.34   |
| <b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>   | <b>16.34 MPa</b>  |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 30: Resultados resistencias de concreto edad 14 días con residuos de P.V.C.

| <b>INFORMACION GENERAL RESUMEN</b>   |  |
|--|--|
| INFORME DE ENSAYOS<br>REALIZADOS SOBRE:<br><b>DISEÑO CONCRETO ECOLOGICO</b><br>EDAD: 14 DÍAS | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br/>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br/>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO</b> |
| <b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>  |  |
| DESCRIPCIÓN  | VALORES DE LOS ENSAYOS   |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  | <b>1-4</b>   |
| $f_{c,i}(\text{resistencia.})$   | 19.90  |
|  | 20.80  |
|  | 20.80  |
|  | 20.10  |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (R_i)$   | 81.60  |
| $R_{promed} = \frac{\sum}{n}$  | 20.40  |
| $R_i - R_{promed}$   | -0.50  |
|  | 0.40   |
|  | 0.40   |
|  | -0.30  |
| $(R_i - R_{promed})^2$   | 0.2500   |
|  | 0.1600   |
|  | 0.1600   |
|  | 0.0900   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (R_{promed})^2$  | 0.66   |
| DESVIACION ESTANDAR= $\delta = \sqrt{\frac{\sum (R_{promed})^2}{n-1}}$                       | 0.47   |
| $R_{CARACT} = R_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$  | 19.46  |
| <b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>  | <b>19.46 MPa</b>   |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 31: Resultados resistencias de concreto edad 21 días con residuos de P.V.C.

| <b>INFORMACION GENERAL RESUMEN</b>   |   |
|--|---|
| INFORME DE ENSAYOS<br>REALIZADOS SOBRE:<br><b>DISEÑO CONCRETO ECOLOGICO</b><br>EDAD: 21 DÍAS | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |
| <b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>  |   |
| DESCRIPCIÓN  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  | 1-4   |
| $f_{c_i} (resistencia.)$   | 23.70   |
|  | 23.40   |
|  | 23.00   |
|  | 23.70   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (R_i)$   | 93.80   |
| $R_{promed} = \frac{\sum}{n}$  | 23.45   |
| $R_i - R_{promed}$   | 0.25  |
|  | -0.05   |
|  | -0.45   |
|  | 0.25  |
| $(R_i - R_{promed})^2$   | 0.0625  |
|  | 0.0025  |
|  | 0.2025  |
|  | 0.0625  |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (R_{promed})^2$  | 0.33  |
| DESVIACION ESTANDAR= $\delta = \sqrt{\frac{\sum (R_{promed})^2}{n-1}}$                       | 0.33  |
| $R_{CARACT} = R_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$  | 22.79   |
| <b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>  | <b>22.79 MPa</b>  |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Tabla 32: Resultados resistencias de concreto edad 28 días con residuos de P.V.C.

| <b>INFORMACION GENERAL RESUMEN</b>   |   |
|--|---|
| INFORME DE ENSAYOS<br>REALIZADOS SOBRE:<br><b>DISEÑO CONCRETO ECOLOGICO</b><br>EDAD: 28 DÍAS | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA<br>POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO<br>ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |
| <b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>  |   |
| DESCRIPCIÓN  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |
| RESUMEN DE LOS ENSAYOS N°  | <b>1-4</b>  |
| $f_{c \cdot i} (resistencia.)$   | 24.80   |
|  | 25.50   |
|  | 25.30   |
|  | 26.50   |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (R_i)$   | 102.10  |
| $R_{promed} = \frac{\sum}{n}$  | 25.53   |
| $R_i - R_{promed}$   | -0.725  |
|  | -0.025  |
|  | -0.225  |
|  | 0.975   |
| $(R_i - R_{promed})^2$   | 0.5256  |
|  | 0.0006  |
|  | 0.0506  |
|  | 0.9506  |
| SUMATORIA $\sum_{i=1}^n (R_{promed})^2$  | 1.53  |
| DESVIACION ESTANDAR= $\delta = \sqrt{\frac{\sum (R_{promed})^2}{n-1}}$                       | 0.71  |
| $R_{CARACT} = R_{PROMED} - 1.34 * k * \delta$  | 24.11   |
| <b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>  | <b>24.11</b> <i>MPa</i>   |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.3.3. Caracterización del concreto fresco

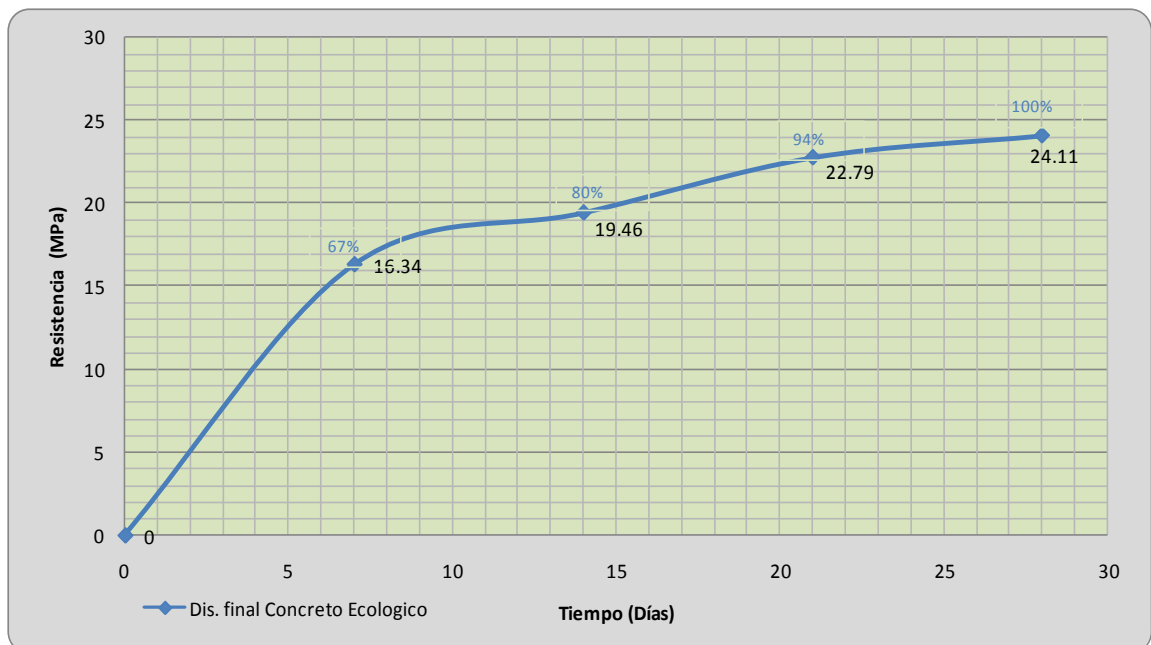
De los ensayos de concreto fresco realizados en el concreto elaborado con material reciclado triturado de P.V.C. se obtuvieron los siguientes resultados:

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| CONTENIDO DE AIRE | 1.7%                  |
| DENSIDAD          | 2.24 t/m <sup>3</sup> |
| ASENTAMIENTO      | 7cm                   |
| TEMPERATURA       | 19°C                  |

### 5.3.4. Curva de resistencia a la compresión en función del tiempo

Una vez realizados los diferentes ensayos de compresión a cada uno de los cilindros de concreto, con datos de las resistencias características a diferentes edades de ensayo ( 7, 14, 21 y 28 días), se procede a realizar la curva: Resistencia VS tiempo.

Ilustración 34: Curva Esfuerzo vs Tiempo  
CONCRETO ECOLÓGICO



Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 5.3.5. Costo de producción del concreto

Finalizado los procedimientos anteriores se realiza un análisis del costo de producción de un concreto normal y el concreto elaborado con material reciclado triturado de P.V.C. Obteniendo como resultado que el concreto ecológico tiene un menor costo.

A continuación su demostración:

Tabla 33: Precio Unitario - Concreto Ecológico 210kg/cm<sup>2</sup>

#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

INSTITUCION: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
 PROYECTO: **PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO**  
 UBICACIÓN: **CHIMBORAZO** UNIDAD: m3  
 DESCRIPCION: **Concreto simple 210 Kg/cm2+Cem.Chim.+Arena+Ripio+PVC**

##### EQUIPOS

| A.-             | DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
|-----------------|-------------|----------|--------|------------|-------------|-------|
|                 |             |          |        |            |             | -     |
|                 |             |          |        |            |             | -     |
|                 |             |          |        |            |             | -     |
| <b>SUBTOTAL</b> |             |          |        |            |             | -     |

##### MANO DE OBRA

| B.-             | DESCRIPCION | CATEGORIA | CANTIDAD | JORNAL/HR | COSTO HORA | RENDIM. | COSTO |
|-----------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|---------|-------|
|                 |             |           |          |           |            |         | -     |
|                 |             |           |          |           |            |         | -     |
|                 |             |           |          |           |            |         | -     |
| <b>SUBTOTAL</b> |             |           |          |           |            |         | -     |

##### MATERIALES

| C.-             | DESCRIPCION      | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO. UNIT | COSTO        |
|-----------------|------------------|--------|----------|--------------|--------------|
|                 | Cemento Portland | saco   | 6.89     | 6.29         | 43.34        |
|                 | Arena            | m3     | 0.39     | 15.00        | 5.85         |
|                 | Ripio            | m3     | 0.60     | 15.00        | 9.00         |
|                 | PVC              | kg     | 0.52     | 0.10         | 0.05         |
|                 | Agua             | m3     | 0.19     | 0.20         | 0.04         |
| <b>SUBTOTAL</b> |                  |        |          |              | <b>58.28</b> |

##### TRANSPORTE

| D.-             | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO. UNIT | COSTO |
|-----------------|-------------|--------|----------|--------------|-------|
|                 |             |        |          |              | -     |
|                 |             |        |          |              | -     |
|                 |             |        |          |              | -     |
| <b>SUBTOTAL</b> |             |        |          |              | -     |

|   |              |
|---|--------------|
| <b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>              | <b>58.28</b> |
| <b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (0.00%):</b> | -            |
| <b>OTROS INDIRECTOS</b>                 | -            |
| <b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>            | <b>58.28</b> |
| <b>VALOR OFERTADO</b>                   | <b>58.28</b> |

Elaboró: Franklin Pucha - Ximena Llanga



Tabla 34: Precio Unitario - Concreto Simple 210kg/cm<sup>2</sup>

| <b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b> |  |                  |                 |                   |                     |  |              |
|--------------------------------------|--|------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--|--------------|
| INSTITUCION:                         | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>  |                  |                 |                   |                     |  |              |
| PROYECTO:                            | <b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO</b> |                  |                 |                   |                     |  |              |
| UBICACIÓN:                           | <b>CHIMBORAZO</b>  |                  |                 |                   |                     | <b>UNIDAD:</b>                         | m3           |
| DESCRIPCION:                         | <b>Concreto simple 210 Kg/cm2+Cem.Chimb.+Arena+Ripio</b>   |                  |                 |                   |                     |  |              |
|                                      | <b>EQUIPOS</b>   |                  |                 |                   |                     |  |              |
| <b>A.-</b>                           | <b>DESCRIPCION</b>   | <b>CANTIDAD</b>  | <b>TARIFA</b>   | <b>COSTO HORA</b> | <b>RENDIMIENTO</b>  | <b>COSTO</b>                           |              |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     | <b>SUBTOTAL</b>                        | -            |
|                                      | <b>MANO DE OBRA</b>  |                  |                 |                   |                     |  |              |
| <b>B.-</b>                           | <b>DESCRIPCION</b>   | <b>CATEGORIA</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>JORNAL/HR</b>  | <b>COSTO HORA</b>   | <b>RENDIM.</b>                         | <b>COSTO</b> |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     | <b>SUBTOTAL</b>                        | -            |
|                                      | <b>MATERIALES</b>  |                  |                 |                   |                     |  |              |
| <b>C.-</b>                           | <b>DESCRIPCION</b>   |                  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b>   | <b>PRECIO. UNIT</b> | <b>COSTO</b>                           |              |
|                                      | Cemento Portland   |                  | saco            | 6,63              | 6,29                | 41,70                                  |              |
|                                      | Arena  |                  | m3              | 0,44              | 15,00               | 6,60                                   |              |
|                                      | Ripio  |                  | m3              | 0,68              | 15,00               | 10,20                                  |              |
|                                      | Agua   |                  | m3              | 0,19              | 0,20                | 0,04                                   |              |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     | <b>SUBTOTAL</b>                        | <b>58,54</b> |
|                                      | <b>TRANSPORTE</b>  |                  |                 |                   |                     |  |              |
| <b>D.-</b>                           | <b>DESCRIPCION</b>   |                  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b>   | <b>PRECIO. UNIT</b> | <b>COSTO</b>                           |              |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     | <b>SUBTOTAL</b>                        | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     |  |              |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     | <b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>             | <b>58,54</b> |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     | <b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (0,0%):</b> | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     | <b>OTROS INDIRECTOS</b>                | -            |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     | <b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>           | <b>58,54</b> |
|                                      |  |                  |                 |                   |                     | <b>VALOR OFERTADO</b>                  | <b>58,54</b> |

Elaboró: Franklin Pucha - Ximena Llanga

## V. DISCUSIÓN

Se empezó realizando todas las pruebas necesarias para el ingreso de los datos en los diseños, comenzamos con la elaboración del diseño de un concreto normal con cemento Chimborazo y Rocafuerte en el que se incluyó agregado fino Macadán y agregado grueso Ripio, dando como resultado que el diseño realizado con Macadán y Cemento Chimborazo no resultó económico, razón por la cual se procedió a cambiar el agregado fino, ya que en el empaque del cemento recomienda utilizar como agregado fino Arena, se procedió a colocar arena de río del sector de Penipe obteniendo una resistencia característica de 22MPa a los 28 días.

Se utilizó este diseño como base para la elaboración del concreto con residuos de plástico triturado comenzando con dos tipos: el PVC triturado y la biruta de PVC, siendo el mejor para nuestro concreto el triturado debido a que este permitía adherencia entre los agregados, posteriormente se identificó la proporción de residuos de plástico triturado a colocar en el concreto, razón por la cual se mezcló con el resto de los agregados en incrementos que van desde 0.10%, 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00% de residuos de plástico triturado, el mismo que nos dio como resultados que a medida que se incrementa el plástico triturado disminuye la resistencia del concreto, escogiendo solamente el valor de 0.50% de incremento de plástico triturado. En vista que el plástico disminuía la resistencia del concreto se procedió a realizar otro diseño con el incremento de cemento respectivo para obtener la resistencia estructural, siendo solo necesario incrementar el cemento en un 4%, así se obtuvo una resistencia característica de 24MPa. que supera a la resistencia requerida de 21MPa.

De este diseño se realizó los ensayos del concreto fresco así como también las curvas comparativas de resistencias, densidades y pesos entre el concreto normal, concreto ecológico y la curva teórica del concreto, catalogando al concreto ecológico como concreto convencional.

Además de ello una vez analizado e interpretado las recomendaciones de diseño sísmico se determina cual sería la opción más viable para mantener el mismo modelo de vivienda de interés social pero sismoresistente.

## 6.1. Análisis, comparación y discusión de resultados

En este punto realizamos las comparaciones respectivas, que sustentan el trabajo realizado así como los resultados obtenidos durante el proceso de investigación.

Durante el proceso de estudio se empezó realizando la curva en la que se demuestra que el cemento Chimborazo Hidráulico tipo GU no permite alcanzar la resistencia para un concreto de 21MPa. (usando macadán como agregado fino) a un bajo costo debido a la necesidad de añadir mucho cemento; en cambio con Arena de Río se obtiene una resistencia aceptable, siendo este el agregado de diseño el cual nos servirá para obtener nuestro concreto con material reciclado.

A continuación los resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 35: Resultados diseños concreto normal con arena y macadán.

| INSTITUCION:  |   | DISEÑADO POR:   |                |                            |              |                               |                                  |                               |              |                  |                 |                |                   |   |
|---|---|---|----------------|----------------------------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|---|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  |   | FRANKLIN PUCHA - XIMENA LLANGA                              |                |                            |              |                               |                                  |                               |              |                  |                 |                |                   |   |
| PROYECTO:   |   | DIRECCION:  |                |                            |              |                               |                                  |                               |              |                  |                 |                |                   |   |
| PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO |   | ING.OSCAR CEVALLOS - ING.TITO CASTILLO- ING. DIEGO BARAHONA |                |                            |              |                               |                                  |                               |              |                  |                 |                |                   |   |
| UBICACION:  |   | PROBETAS TOMADAS POR:                                       |                |                            |              |                               |                                  |                               |              |                  |                 |                |                   |   |
| RIOBAMBA- CHIMBORAZO  |   | FRANKLIN PUCHA - XIMENA LLANGA                              |                |                            |              |                               |                                  |                               |              |                  |                 |                |                   |   |
| RESUMEN DE DISEÑOS ELABORADOS   |   |   |                |                            |              |                               |                                  |                               |              |                  |                 |                |                   |   |
| DATOS DE LAS PROBETAS   |   |   |                |                            |              |                               |                                  |                               |              |                  |                 | RESULTADOS     |                   |   |
| Nº  | DESCRIPCION   | DIAMETRO<br>(cm)  | ALTURA<br>(cm) | AREA<br>(cm <sup>2</sup> ) | PESO<br>(Kg) | VOLUMEN<br>(cm <sup>3</sup> ) | DENSIDAD<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | SECCION<br>(mm <sup>2</sup> ) | CARGA<br>(N) | FECHA<br>MUESTRA | FECHA<br>ENSAYO | EDAD<br>(días) | ESFUERZO<br>(MPa) | OBSERVACIONES                                 |
| 1   | DISEÑO_6 (1:1.72:2.52) 7,92 sacos Cc:1kg AS:5cm         | 15.1  | 30.50          | 179.08                     | 12.48        | 5.46                          | 2.28                             | 17 908                        | 187 771      | 05-10-09         | 12-10-09        | 7              | <b>10.5</b>       | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| 2   | DISEÑO_6 (1:1.72:2.52) 7,92 sacos Cc:1kg AS:5cm         | 14.8  | 30.00          | 172.03                     | 11.89        | 5.16                          | 2.30                             | 17 203                        | 162 689      | 05-10-09         | 12-10-09        | 7              | <b>9.5</b>        | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| 3   | DISEÑO_6 (1:1.72:2.52) 7,92 sacos Cc:1kg AS:5cm         | 15.0  | 30.37          | 175.54                     | 11.92        | 5.33                          | 2.24                             | 17 554                        | 406 104      | 05-10-09         | 02-11-09        | 28             | <b>23.1</b>       | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| 4   | DISEÑO_6 (1:1.72:2.52) 7,92 sacos Cc:1kg AS:5cm         | 15.1  | 30.07          | 178.49                     | 12.26        | 5.37                          | 2.28                             | 17 849                        | 413 981      | 05-10-09         | 02-11-09        | 28             | <b>23.2</b>       | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| 1   | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.3  | 30.20          | 183.85                     | 11.90        | 5.55                          | 2.14                             | 18 385                        | 305 033      | 14-01-10         | 21-01-10        | 7              | <b>16.6</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 2   | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.1  | 30.10          | 179.08                     | 12.32        | 5.39                          | 2.29                             | 17 908                        | 314 323      | 14-01-10         | 21-01-10        | 7              | <b>17.6</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 3   | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.2  | 30.35          | 180.27                     | 12.54        | 5.47                          | 2.29                             | 18 027                        | 316 567      | 14-01-10         | 21-01-10        | 7              | <b>17.6</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 4   | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.1  | 29.95          | 177.89                     | 12.21        | 5.33                          | 2.29                             | 17 789                        | 310 218      | 14-01-10         | 21-01-10        | 7              | <b>17.4</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 5   | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.2  | 30.00          | 181.46                     | 12.84        | 5.44                          | 2.36                             | 18 146                        | 361 895      | 14-01-10         | 28-01-10        | 14             | <b>19.9</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 6   | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.4  | 29.90          | 186.27                     | 12.89        | 5.57                          | 2.32                             | 18 627                        | 387 529      | 14-01-10         | 28-01-10        | 14             | <b>20.8</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 7   | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.5  | 30.00          | 188.69                     | 13.00        | 5.66                          | 2.30                             | 18 869                        | 392 593      | 14-01-10         | 28-01-10        | 14             | <b>20.8</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 8   | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.2  | 30.00          | 180.27                     | 12.43        | 5.41                          | 2.30                             | 18 027                        | 361 637      | 14-01-10         | 28-01-10        | 14             | <b>20.1</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 9   | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.3  | 30.20          | 183.85                     | 12.47        | 5.55                          | 2.25                             | 18 385                        | 434 970      | 14-01-10         | 04-02-10        | 21             | <b>23.7</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 10  | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.4  | 30.00          | 186.27                     | 12.29        | 5.59                          | 2.20                             | 18 627                        | 436 793      | 14-01-10         | 04-02-10        | 21             | <b>23.4</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 11  | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.3  | 30.00          | 182.65                     | 12.29        | 5.48                          | 2.24                             | 18 265                        | 420 037      | 14-01-10         | 04-02-10        | 21             | <b>23.0</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 12  | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.5  | 30.10          | 188.69                     | 12.41        | 5.68                          | 2.18                             | 18 869                        | 446 773      | 14-01-10         | 04-02-10        | 21             | <b>23.7</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 13  | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.3  | 30.00          | 183.85                     | 12.28        | 5.52                          | 2.23                             | 18 385                        | 455 342      | 14-01-10         | 11-02-10        | 28             | <b>24.8</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 14  | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.3  | 30.05          | 183.85                     | 12.33        | 5.52                          | 2.23                             | 18 385                        | 467 988      | 14-01-10         | 11-02-10        | 28             | <b>25.5</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 15  | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 15.4  | 30.10          | 186.27                     | 12.36        | 5.61                          | 2.20                             | 18 627                        | 470 386      | 14-01-10         | 11-02-10        | 28             | <b>25.3</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 16  | DISEÑO_22 (1:1.90:2.70:0.50) 6,89 sacos SCc:0kg AS=6 cm | 14.9  | 30.00          | 173.20                     | 12.12        | 5.20                          | 2.33                             | 17 320                        | 458 991      | 14-01-10         | 11-02-10        | 28             | <b>26.5</b>       | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Si observamos los resultados de la tabla se nota claramente que para el diseño realizado con macadán necesitamos 7.92 sacos de cemento lo que significa que se incrementaría el precio de la producción de concreto, mientras que con arena de río solo se ocupa 6.63 sacos de cemento y la resistencia a los 28 días es similar.

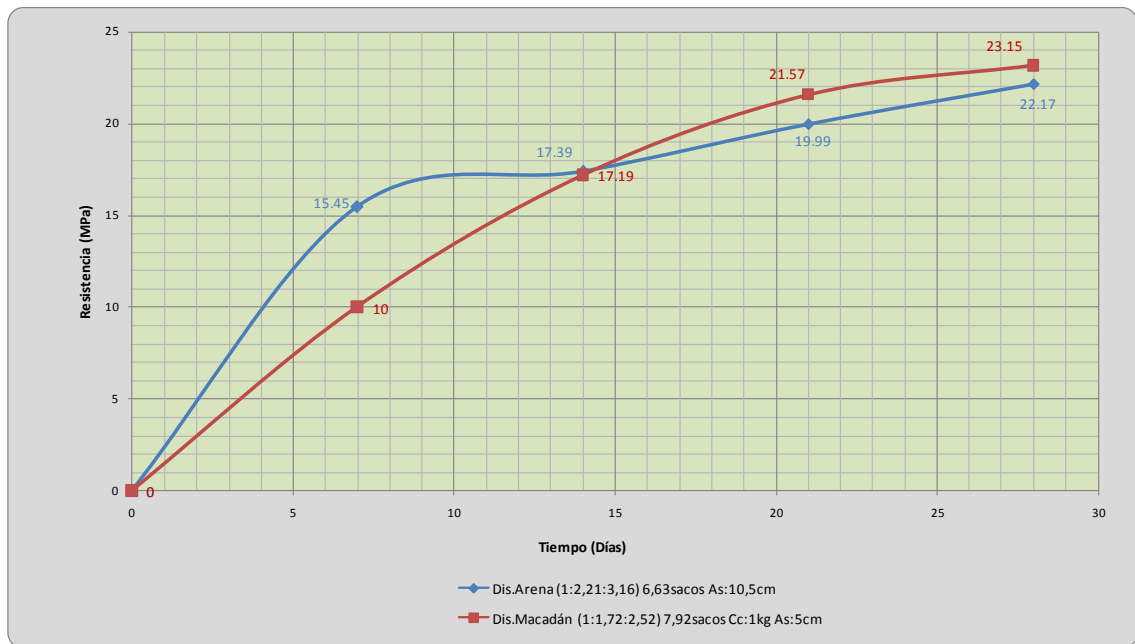


Ilustración 35: Gráfica Resistencia vs Tiempo  
 Concreto Normal con Arena y Macadán.  
 Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Se debe tomar en cuenta que los resultados del diseño con Macadán fueron proyectados para las fechas 14 y 21 días respectivamente, posteriormente se realiza un diseño en el que se incrementa porcentajes de plástico triturado por ejemplo; un incremento de 0.1% significa que de la dosificación al peso (dosificación base de un concreto normal) se disminuye el 0.1% de la cantidad de cada agregado en proporción al 40% y 60% considerado inicialmente para el agregado fino y grueso respectivamente, esto permite incrementar cierta cantidad de plástico y así obtener la misma dosificación al peso del concreto normal.

El mismo proceso se realiza para los incrementos de 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00% de residuos de plástico triturado.

En el resultado obteniendo es notorio, que a mayor cantidad de plástico disminuye la resistencia del concreto, a continuación se ilustra los resultados obtenidos:

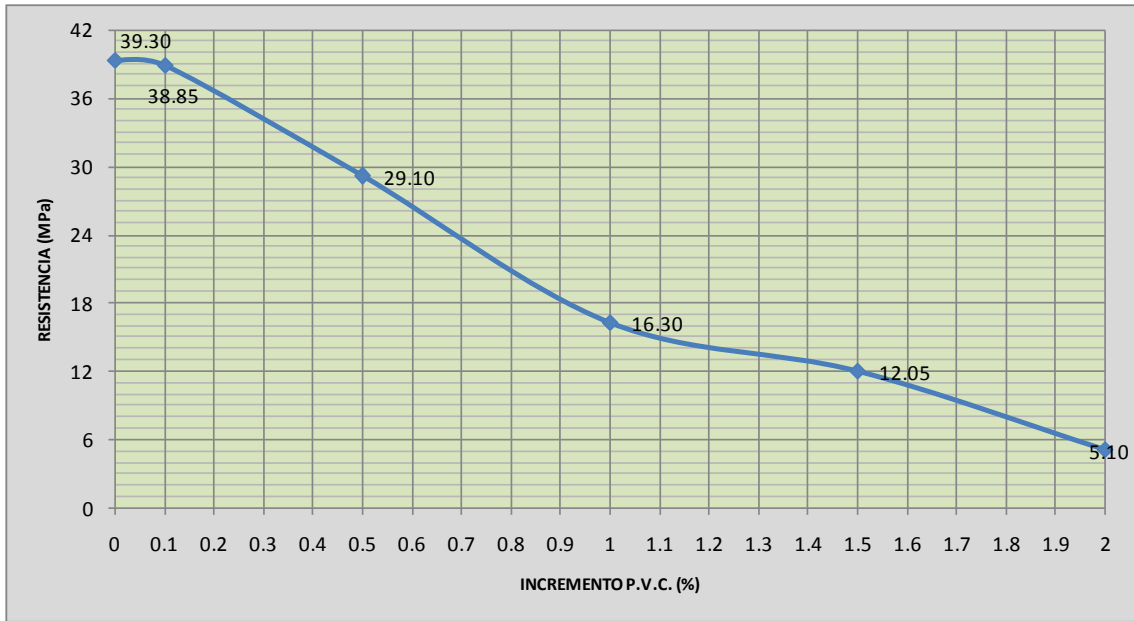


Ilustración 36: Gráfica Resistencia vs Incremento de residuos de P.V.C.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Además de ello se demuestra también que a mayor cantidad de plástico la densidad del concreto endurecido también disminuye

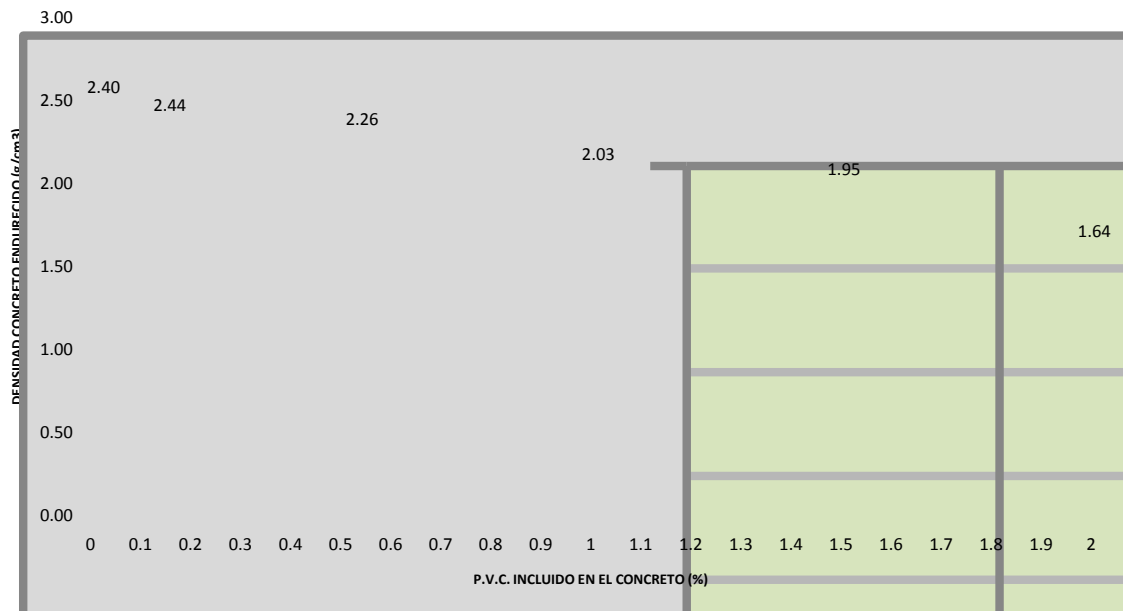


Ilustración 37: Gráfica Densidad vs % de P.V.C incluido.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Analizado todos estos resultados se estableció utilizar un incremento del 0,5% para el diseño final, en vista que empieza a existir una variación de resistencia casi constante, en cambio si se escogiera algún valor con mayor incremento sería mucho más costoso elaborarlo debido a que se aumentaría la cantidad de cemento y este componente en el concreto es de un valor considerable; por esa razón ya no podríamos cumplir con nuestro objetivo.

Se procede a realizar el diseño final cuya dosificación al peso es:

|          |          |          |           |          |
|----------|----------|----------|-----------|----------|
| AGUA     | CEMENTO  | A. FINO  | A. GRUESO | PVC      |
| 30.27 kg | 52.57 kg | 99.88 kg | 141.94 kg | 26.12 kg |
| 0.58     | 1.00     | 1.90     | 2.70      | 0.50     |

Controlando la cantidad de agua a agregar en la mezcla se procede a la elaboración de la mezcla, añadiendo solo 12kg de agua del total de la cantidad requerida, esto se realizó para cumplir la condición de asentamiento impuesta y obtener en este caso un asentamiento de 7cm.

Siendo este el resultado del diseño para un concreto normal ecológico con Arena de río y Cemento Chimborazo.

Tabla 36: Resultados de resistencia concreto con residuos triturados de PVC.

| Nº | DESCRIPCION  | PESO<br>(Kg) | DENSIDAD CONC.<br>(g/cm3) | FECHA<br>MUESTRA | FECHA<br>ENSAYO | EDAD<br>(días) | ESFUERZO<br>(MPa) | OBSERVACIONES                                 |
|----|--|--------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|---|
| 1  | DISEÑO_22 (1:1,90:2,70:0,50) 6,89 sacos SC:0kg AS=7 cm | 12.24        | 2.25                      | 14-01-10         | 21-01-10        | 7              | <u>16,34</u>      | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 2  | DISEÑO_22 (1:1,90:2,70:0,50) 6,89 sacos SC:0kg AS=7 cm | 12.79        | 2.32                      | 14-01-10         | 28-01-10        | 14             | <u>19,46</u>      | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 3  | DISEÑO_22 (1:1,90:2,70:0,50) 6,89 sacos SC:0kg AS=7 cm | 12.37        | 2.22                      | 14-01-10         | 04-02-10        | 21             | <u>22,79</u>      | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| 4  | DISEÑO_22 (1:1,90:2,70:0,50) 6,89 sacos SC:0kg AS=7 cm | 12.27        | 2.35                      | 14-01-10         | 11-02-10        | 28             | <u>24,11</u>      | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

A continuación se presenta una ilustración de curvas comparativas de resistencias de: concreto teórico, concreto normal, y concreto ecológico.

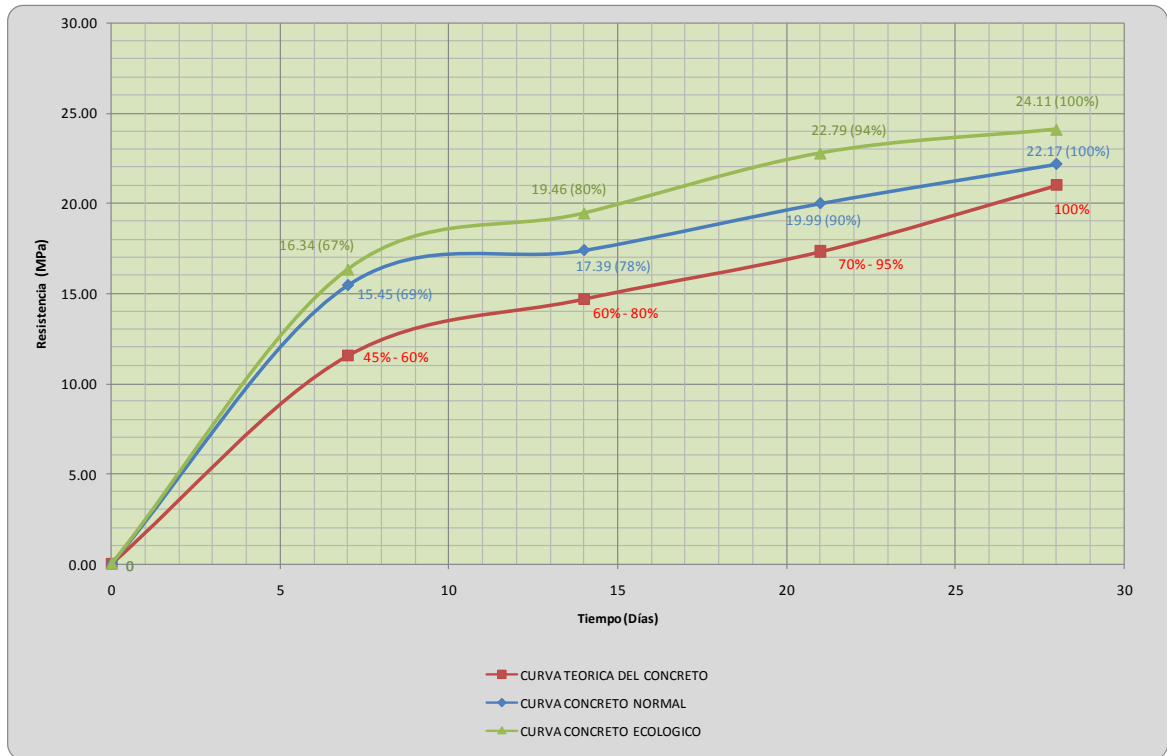


Ilustración 38: Curva Resistencia vs Tiempo  
 Curva teórica, concreto normal y ecológico  
 Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 6.1.1. Análisis Comparativo del Modelo de Vivienda tipo A1(Miduvi)

Una vez analizado e interpretado el modelo actual de la vivienda tipo A1, se ha determinado que para su diseño no se ha considerado ciertas recomendaciones de diseño sísmico, y la reconfiguración de elementos estructurales para cumplir la sismoresistencia, tales como columnas, vigas, cimentación, y acero de refuerzo, encarece notablemente el costo de la vivienda.

Por tal razón se busca un nuevo sistema estructural que cumpla las condiciones de diseño sísmico y además de ello nos proporcione una vivienda de interés social.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. CONCLUSIONES**

- ✓ Se logró obtener resistencia estructural característica de 24MPa en el concreto ecológico, a pesar de que el residuo triturado de PVC afecta en su resistencia, cumpliendo así el objetivo de nuestra investigación, de esta manera aportamos a la conservación del medio ambiente y las reservas de materiales pétreos.
- ✓ Ejecutando cada uno de los diseños en el laboratorio, se pudo constatar que al trabajar con un asentamiento máximo de 7 cm, se logra alcanzar la resistencia requerida en la investigación, lo que nos asegura que el concreto preparado tendrá cualidades de trabajabilidad y consistencia en obra.
- ✓ Se concluye de acuerdo al análisis de precios, que el concreto ecológico obtuvo un menor costo de producción que el de un concreto normal, debido a la disminución de la cantidad de agregados pétreos y la implementación de material reciclado, siendo favorable el uso del concreto ecológico en obras con grandes volúmenes de concreto en donde abarataría considerablemente la construcción de esas edificaciones.
- ✓ La vivienda analizada tipo A1 propuesta por el MIDUVI, no considera ciertas recomendaciones sísmicas y reconfigurar las dimensiones, acero de refuerzo de sus elementos estructurales encarece el costo total de la vivienda en un 55%
- ✓ El desarrollo de nuevas tecnología en nuestro país es extremadamente importante, debido a que se crearán alternativas de solución a problemas relacionados a la construcción de nuevas viviendas, aplicando conceptos ampliamente conocidos por los Ingenieros.



## 7.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Los agregados son posiblemente los componentes más importantes del concreto y es esencial que los técnicos y productores de concreto tengan un completo conocimiento de sus múltiples características si se quiere obtener un concreto de alta calidad
- ✓ Se debe tomar en consideración la humedad de los agregados, dependiendo de las condiciones climatológicas locales al momento de la elaboración del concreto, para manejar la cantidad de agua óptima a ser empleada en la dosificación y de esta manera no afectar la resistencia, como se ha demostrado en la investigación que un mínimo exceso de agua afecta los resultados finales.
- ✓ Los sistemas de edificaciones de viviendas de interés social son muy variados, y abarcan un amplio campo dentro de la construcción, en definitiva, se recomienda implementar un sistema de vivienda sismoresistente, tal es el caso de nuestra propuesta.
- ✓ Concienciar a los propietarios, diseñadores y constructores en cumplir con los estándares establecidos por los códigos de construcción. “La Calidad no cuesta más.”

## **VII. PROPUESTA**

### **8.1 Título de la Propuesta**

Vivienda Popular Conformada por Paredes Portantes de Concreto Elaborado con Material Reciclado

### **8.2. Introducción**

En el Ecuador uno de los problemas que afecta a un gran número de pobladores de los sectores urbanos marginales, es la falta de viviendas que permitan una vida digna, esto se debe a que los costos de las viviendas y sus materiales constitutivos son altos, y los ingresos económicos no permiten su adquisición.

A pesar de existir una alternativa de vivienda popular como la que brinda el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, no es suficiente para solventar la gran cantidad de familias que no posee una vivienda propia, como se presenta en datos estadísticos, el Ecuador tiene un déficit habitacional.

En la actualidad nos encontramos con el peligro latente de los sectores que se encuentran en el Cordón de Fuego donde recientes sismos han acechado a países hermanos dejando a la gente despojada de sus viviendas, siendo una de las razones principales la no debida implementación de los códigos de construcción en los sectores afectados teniendo como consecuencia el desplome o daño estructural masivo en las edificaciones.

Como propuesta hemos presentado nuestro diseño de vivienda de interés social el mismo que cumple con los requerimientos mínimos de diseño sismoresistente para brindar seguridad estructural; como consecuencia estructura resistente a cualquier imprevisto sísmico.

## **8.3. Objetivos**

### **8.3.1. General**

Diseñar la vivienda popular Tipo A1 (MIDUVI), conformada con paredes portantes de concreto elaborado con material reciclado

### **8.3.2. Específicos**

- Modelar la estructura de vivienda Tipo A1 (MIDUVI) con paredes portantes en un programa de análisis y diseño estructural, utilizando características y propiedades mecánicas del concreto elaborado con residuos triturados de policloruro de vinilo.
  
- Obtener un presupuesto de la vivienda propuesta con paredes portantes manteniendo el diseño arquitectónico de la vivienda del MIDUVI Tipo A1.

## **8.4. Fundamentación Científico – Técnico**

Para el análisis y el diseño estructural se han considerado fuerzas gravitacionales y laterales de acuerdo a lo definido en la normativa correspondiente.

### **8.4.1. Resistencia requerida**

La resistencia requerida,  $U$ , debe ser por lo menos igual al efecto de las cargas mayoradas en las ecuaciones siguientes de acuerdo al CPE5:2001. Debe investigarse el efecto de una o más cargas que no actúan simultáneamente por lo que se procede a nivel de diseño a utilizar la curva envolvente.

$$U = 1.4 D + 1.7 L$$

$$U = 0.75(1.4 D + 1.7 L + 1.87E)$$

$$U = 0.75(1.4 D + 1.7 L - 1.87E)$$

$$U = 0.9 D + 1.4 E$$

$$U = 0.9 D - 1.4 E$$

Si una estructura se encuentra ubicada en una zona en la que está sometida a fuerzas por cargas de granizo o ceniza volcánica deben usarse estas cargas y las combinaciones de carga adecuadas.

La resistencia de diseño proporcionada por un elemento, sus conexiones con otros elementos, así como sus secciones transversales, en términos de flexión, carga axial, corte y torsión, deben tomarse como la resistencia nominal calculada de acuerdo con los requisitos de la normativa relacionada y del presente documento, multiplicada por los factores  $\phi$  de reducción de resistencia.

De acuerdo a lo estipulado en el CPE5:2001

|   |      |
|---|------|
| Secciones controladas por tracción..... | 0.90 |
| Secciones controladas por compresión:   |      |
| Elementos con refuerzo en espiral.....  | 0.75 |
| Otros elementos reforzados.....         | 0.70 |
| Corte y torsión .....                   | 0.85 |
| Aplastamiento en el concreto.....       | 0.70 |

#### **8.4.2. Tipo de suelo y capacidad portante**

Puesto que no se tiene un estudio de suelos para el análisis y diseño de la cimentación se ha considerado un perfil de suelo tipo S3 de acuerdo con lo establecido en el INEN CPE 5:2001: Parte 1 5.3.4.2, y una capacidad portante de 1.8 kg/cm<sup>2</sup>

### 8.4.3. Evaluación de cargas para dimensionamiento

#### 8.4.3.1. Cubierta

##### 8.4.3.1.1. Carga muerta

El techo a usarse será Fibrocemento, producido por TUBASEC.

Peso de la placa: 24 kg

Área requerida para cada m<sup>2</sup>, incluido traslape vertical 14cm

$$A = 1.83 \times 1.10 = 2.013 \text{m}^2$$

$$P_{\text{placa}} = P/A$$

$$P_{\text{placa}} = \frac{24 \text{kg}}{2.013 \text{m}^2}$$

$$P_{\text{placa}} = 11.92 \text{ kg/m}^2$$

$$D = 11.92 \text{ kg/m}^2$$

##### 8.4.3.1.2. Carga viva

#### Carga de ceniza:

Altura de acumulación = 3mm = h

$$C = \lambda_c \cdot h$$

$\lambda$  = Peso específico de la ceniza = 2480 kg/m<sup>3</sup>

$$C = 2480.00 \text{kg/m}^3 \cdot 0.003 \text{m}$$

$$C = 7.44 \text{kg/m}^2$$

#### Carga de granizo:

Altura de acumulación = 10mm = h

$$C = \lambda_G \cdot h$$

$$\lambda_G = \text{Peso específico granizo} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.01 \text{ m}$$

$$C = 10 \text{ kg/m}^2$$

Debemos recalcar que para el diseño se considera una carga viva de  $100 \text{ kg/cm}^2$ , y así brindar mayor seguridad a la estructura.

#### 8.4.4. Cálculo de correas:

Se utiliza el método práctico para seleccionar una correa propuesta por DIPAC que es una compañía ecuatoriana de servicio integral en productos de aceros.

$$CU = 1.2D + 1.6L$$

$$CU = 1.2(11.92 \text{ kg/m}^2) + 1.6(17.44 \text{ kg/m}^2)$$

$$CU = 42.20 \text{ kg/m}^2$$

$$L = \text{distancia entre correas} = 1.39 \text{ m}$$

P = carga que soporta la correa

$$P = CU \cdot L$$

$$P = 37.20 \text{ kg/m}^2 \cdot 1.39 \text{ m}$$

$$P = 58.66 \text{ kg/m}$$

$$l = \text{longitud de la correa} = 5.85 \text{ m} \gg 6.00 \text{ m}$$

Tabla 37: Método práctico para seleccionar una correa

| DIMENSIONES  | P = carga admisible (Kg/ml) |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |
|--------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
|              | L = 3 m                     | L = 4 m | L = 5 m | L = 6 m | L = 7 m | L = 8 m | L = 9 m | L = 10 m | L = 11 m | L = 12 m | L = 13 m |
| 80x40x15x2   | 109                         | 61      |         |         |         |         |         |          |          |          |          |
| 3            | 153                         | 86      | 54      |         |         |         |         |          |          |          |          |
| 100x50x15x2  | 171                         | 96      | 61      |         |         |         |         |          |          |          |          |
| 3            | 243                         | 136     | 87      | 60      |         |         |         |          |          |          |          |
| 30x4         | 349                         | 196     | 125     | 87      | 64      |         |         |          |          |          |          |
| 5            | 388                         | 218     | 140     | 97      | 71      |         |         |          |          |          |          |
| 6            | 437                         | 246     | 157     | 109     | 80      | 61      |         |          |          |          |          |
| 125x50x15x2  | 228                         | 128     | 82      | 57      |         |         |         |          |          |          |          |
| 3            | 325                         | 83      | 117     | 81      | 59      |         |         |          |          |          |          |
| 30x4         | 454                         | 255     | 163     | 113     | 83      | 63      |         |          |          |          |          |
| 5            | 537                         | 302     | 193     | 134     | 98      | 75      | 59      |          |          |          |          |
| 6            | 610                         | 343     | 219     | 152     | 112     | 85      | 67      |          |          |          |          |
| 150x50x15x2  | 289                         | 162     | 104     | 72      | 53      |         |         |          |          |          |          |
| 3            | 412                         | 232     | 148     | 103     | 75      | 58      |         |          |          |          |          |
| 60x30x4      | 660                         | 371     | 237     | 165     | 121     | 92      | 73      |          |          |          |          |
| 5            | 789                         | 444     | 284     | 197     | 145     | 111     | 87      | 71       |          |          |          |
| 6            | 904                         | 508     | 325     | 226     | 166     | 127     | 100     | 81       |          |          |          |
| 200x50x15x2  | 421                         | 237     | 151     | 105     | 77      |         |         |          |          |          |          |
| 3            | 598                         | 336     | 215     | 149     | 109     | 84      | 66      |          |          |          |          |
| 80x30x4      | 1177                        | 662     | 424     | 294     | 216     | 165     | 130     | 106      | 87       |          |          |
| 5            | 1423                        | 800     | 512     | 355     | 261     | 200     | 158     | 128      | 105      | 88       |          |
| 6            | 1649                        | 927     | 593     | 412     | 302     | 231     | 183     | 148      | 122      | 103      | 87       |
| 250x100x30x4 | 1832                        | 1031    | 659     | 458     | 336     | 257     | 203     | 164      | 136      | 114      | 97       |
| 5            | 2229                        | 1253    | 802     | 557     | 409     | 313     | 247     | 200      | 165      | 139      | 118      |
| 6            | 2610                        | 1468    | 939     | 652     | 479     | 397     | 290     | 234      | 194      | 163      | 139      |

Fuente: Catálogo DIPAC tipos de correas.

Se selecciona la correa: C = 80x40x15x2

#### 8.4.4.1. Peso de las correas:

Correa: 80x40x15x2

D = 2.78 kg/m

Por cada m<sup>2</sup> de cubierta se usaran 0.80m de correa

D = 2.78kg/m x 0.80 m/m<sup>2</sup>

D = 2.22 kg/m<sup>2</sup>

## 8.4.5 Pared Portante (Muro)

### 8.4.5.1. Espesor Mínimo

$$e = \frac{1}{25} h$$

$$e = \frac{1}{25} 2.4m$$

$$e = 0.096m$$

$$e = 9.6cm \gg e = 10cm$$

$e$  = el espesor de muros de carga no debe ser menor que  $1/25$  veces de la altura o longitud sostenida, ni menor que 100mm. Según CEC.Cap.14.Secc. 14.5.3

$h$  = altura de muro o longitud sostenida

$$A_{T,pared p} = 56.30 m^2$$

$$P_{T,pared p} = 2350kg/m^3 \times 56.38 m^2 \times 0.10m$$

$$P_{T,pared p} = 13249.3 kg.$$

### 8.4.6. Peso estructura

$$W_{T,Estr.} = P_{fibrocemento} + P_{correas} + P_{Pared portante}$$

$$W_{T,Estr.} = (24 \times 12)kg + (16.68 \times 6)kg + 13249.3 kg.$$

$$W_{T,Estr.} = 288kg + 100.08kg + 13249.3 kg.$$

$$W_{T,Estr.} = 13637.38kg.$$

$$W_{T,Estr.} = 13.64 T.$$

$$W_{T,Estr.} = 13.64T / 36m^2$$

$$W_{T,Estr.} = 0.38 T/m^2$$



## 8.4.7. Controles de Seguridad para el Diseño Estructural

### 8.4.7.1. Cortante basal mínimo

El cortante basal total de diseño  $V$ , que será aplicado a una estructura en una dirección dada, se determinará mediante las expresiones:

$$V_o = \frac{Z.I.C}{R.\Phi_p.\Phi_e}$$

$$C = \frac{1,25S^s}{T}$$

Donde:

$C$  = No debe exceder del valor de  $C_m$  establecido en la tabla 5.3 del INEN CPE 5:2001, no debe ser menor a 0,5 y puede utilizarse para cualquier estructura,

$S$  = Su valor y el de su exponente se obtienen de la tabla 5.2 del INEN CPE 5:2001,

$R$  = Factor de reducción de respuesta estructural,

$\Phi_p, \Phi_e$  = Factores de configuración estructural en planta y en elevación.

La carga  $W$ , representa la carga reactiva por sismo, igual a la carga muerta total de la estructura. En el caso de edificaciones para bodegas o de almacenaje,  $W$  se calcula como la carga muerta más un 25% de la carga viva de piso.

El coeficiente  $\Phi_p$  se estimará a partir del análisis de las características de regularidad e irregularidad de las plantas en la estructura, descritas en la Tabla 5 CEC2000

Cuando una estructura no contempla ninguno de los tipos de irregularidades descritas en la Tabla 5 del INEN CPE 5:2001, en ninguno de sus pisos,  $\Phi_p$  tomará el valor de 1.

## CALCULO DEL CORTANTE BASAL

$$V_o = \frac{Z.I.C}{R.\Phi_p.\Phi_e}$$

$$V_o = 0.22$$

$$V_o = \frac{Z.I.C.W}{R.\Phi_p.\Phi_e}$$

$$V_o = 3.06$$

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Z = Factor de zona(Riobamba) =       | 0.40   |
| I = Coeficiente de importancia =     | 1.00   |
| hm = altura edificio (m) =           | 2.40 m |
| R =                                  | 5.00   |
| Φp = factor de irregul. en planta    | 1.00   |
| Φe = factor de irregul. en elevacion | 1.00   |

*Estruct. de Mamp. Reforzada*

*cuando es regular*

*cuando es regular*

Tipo de Suelo S3

$$S = 1.50$$

$$C_a = 2.80$$

$$C = \frac{1.25 (S^{1.5})}{T}$$

$$C = 14.887$$

$$\text{Si } C > C_a$$

$$C = 2.800$$

T = periodo de vibracion de la estructura

$$T = 0.08(hm)^{(3/4)}$$

$$T = 0.154$$

$$\text{PESO DE CM} = A \times \text{CM} \times \text{\#pisos}$$

$$W = 13.68 \quad (\text{T})$$

$$\text{Area} = 36.00 \quad (\text{m})$$

$$W_{pp} = 0.00 \quad (\text{T})$$

$$\text{Numero de pisos} = 1.00$$

$$\text{Carga Muerta} = 0.38 \quad (\text{T/m}^2)$$

### PESO ESTRUCTURA

$$W_{etr} = 13.68 \quad (\text{T})$$

Se ha tomado como factor de zona  $Z = 0.40$  según lo establecido en el INEN CPE 5:2001 al igual que el factor por tipo de suelo  $S=1.5$  correspondiente a un perfil tipo S3 al no disponer del estudio de suelos.

## 8.4.7.2. Anclaje y Adherencia

Una definición adecuada para la longitud de desarrollo sería la siguiente:

Longitud necesaria para dar una buena adherencia de tal forma que las barras alcance su límite de fluencia.

### 8.4.7.2.1. Longitud de desarrollo de malla de con resaltes

La longitud de desarrollo básica de malla de alambre con resaltes debe ser:

$$l_d = \left[ \frac{3db(f_y - 140)}{8} \right] \sqrt{f'_c} \quad (\text{mm})$$

Pero no debe ser menor que:

$$l_{dc} \begin{cases} \rightarrow 2.5 \frac{A_w}{S_w} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f_c}} \\ \rightarrow 200\text{mm} \end{cases}$$

Donde:  $f_y$  = resistencia a la fluencia del acero en MPa

$f_c$  = resistencia a la compresión del concreto en MPa

$A_w$  = área de un alambre individual que se debe desarrollar en  $\text{mm}^2$

$S_w$  = separación de los alambres que deben desarrollarse en mm

$l_{dc}$  = longitud de desarrollo a compresión

Se ha resaltado hasta aquí el cálculo de la  $l_d$ , sin embargo no debe olvidarse que además del refuerzo mínimo requerido, deberán proporcionarse por lo menos dos varillas de 16mm alrededor de todas las aberturas de ventanas y puerta. Estas varillas deben extenderse más allá de las esquinas de las aberturas, no menor de 600mm.

## 8.5. Descripción de la Propuesta

### 8.5.1. Información preliminar

El presente proyecto de investigación denominado: “PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO” se lo realizó con la finalidad de proveer un modelo de vivienda de interés social para los sectores marginales de nuestra provincia.

### 8.5.2. Modelo de vivienda

- Vivienda de Concreto elaborado con material reciclado tipo A1 MIDUVI.
- Sistema estructural: Pared portante sismo-resistente
- Sistema de piso: Cubierta de Fibrocemento

### 8.5.3. Información General:

- Concreto elaborado con material reciclado, con resistencia a la compresión de 210 Kg / cm<sup>2</sup>
- Acero, malla electrosoldada corrugada con límite de fluencia de 4949 Kg/ cm<sup>2</sup>
- Software de apoyo: demo ETABS v.9.00

### 8.5.4. Diseño

Para el diseño se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones.

#### Espesor del Muro

$$e = \frac{1}{25} h$$

$$e = 9.6\text{cm} \gg e = 10\text{cm}$$

#### *Refuerzo Mínimo*

- La relación mínima del área de refuerzo vertical al área neta del concreto deberá ser:

0.0012 para malla de alambre soldado (liso o con resaltes) no mayor que el de 16mm

- La relación mínima del área de refuerzo horizontal al área neta del concreto deberá ser:

0.0020 para malla de alambre soldado (liso o con resaltes) no mayor que el de 16mm


## 8.5.5 Análisis y diseño estructural computarizado

Una vez obtenido la dosificación exacta para un concreto estructural elaborado con material reciclado se procede con el análisis estructural de la vivienda.

Para el análisis estructural de la vivienda, se utilizó el Reglamento para las construcciones de concreto estructural ACI 318-99, en el Análisis Sísmico de la Vivienda se implementó las normativas tal como lo indica el código CPE5:2001.

Las combinaciones de carga que se emplean para el análisis estructural son las que dispone el código de diseño de concreto estructural del ACI, estas combinaciones fueron introducidas en el programa de análisis estructural ETABS v.9.00, el que permite ver todos los esfuerzos que se producen en la estructura de la vivienda, así como el comportamiento de la estructura frente a un sismo. Con los resultados obtenidos del ETABS v.9.00, se procede a realizar el diseño de la estructura de la vivienda, así como sus componentes.

### 8.5.5.1. Definición de la geometría básica

Para definir la geometría básica de la estructura damos clic en el icono  , nos aparece una ventana en la cual definimos el número de grillas y el espaciamiento entre grillas para cada uno de los ejes.

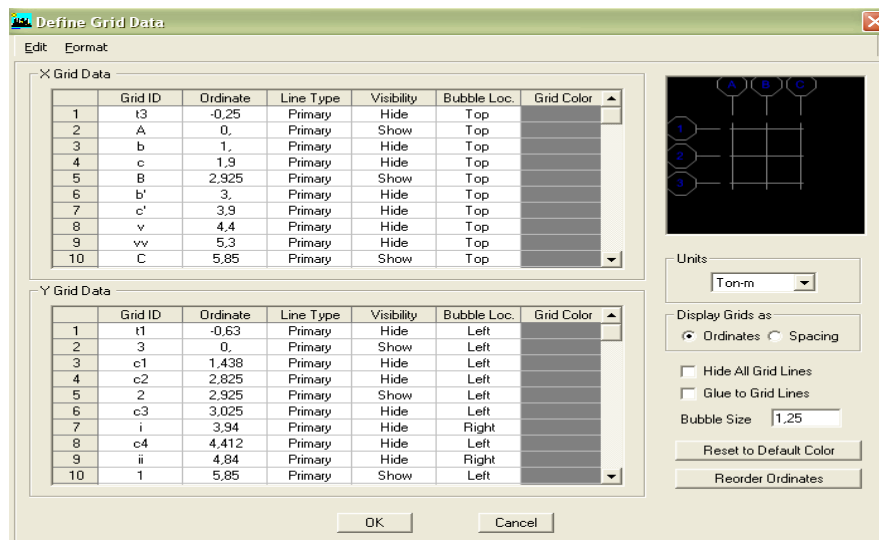


Ilustración 39: Ingreso de grillas en ETABS  
Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

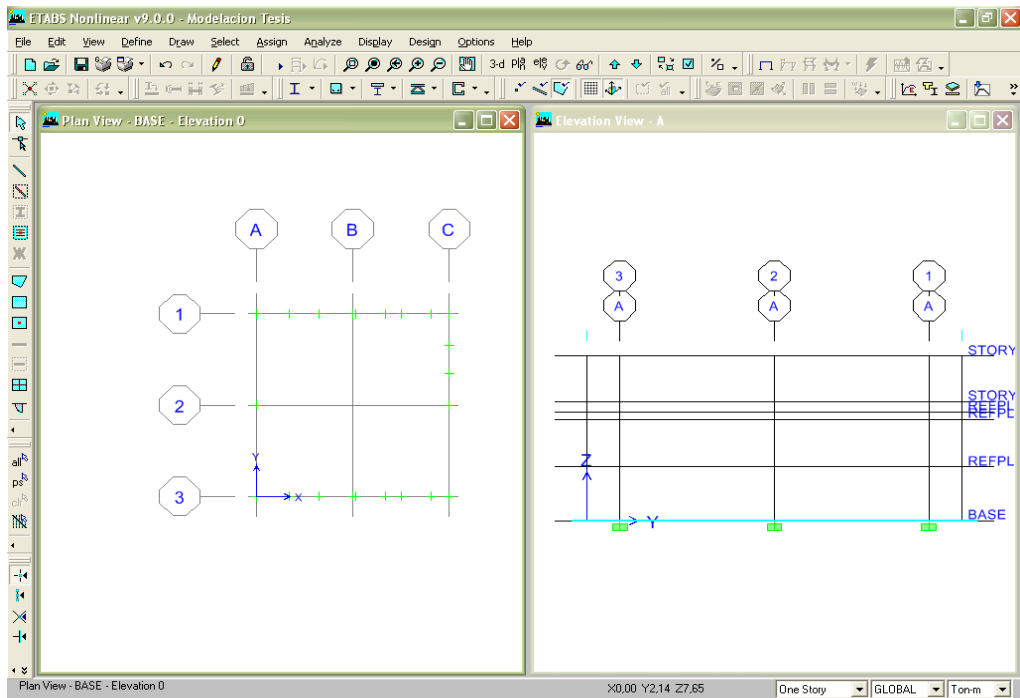


Ilustración 40: Visualización en planta y corte de grillas ingresadas

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.2. Definición de materiales

Para definir los materiales lo hacemos en el menú Define/ Materials Properties; seleccionamos CONC y presionamos el botón Modif../Show Material se abre una nueva pantalla en la cual ponemos los datos de  $f'_c$ ,  $f_y$  y  $E_c$ .

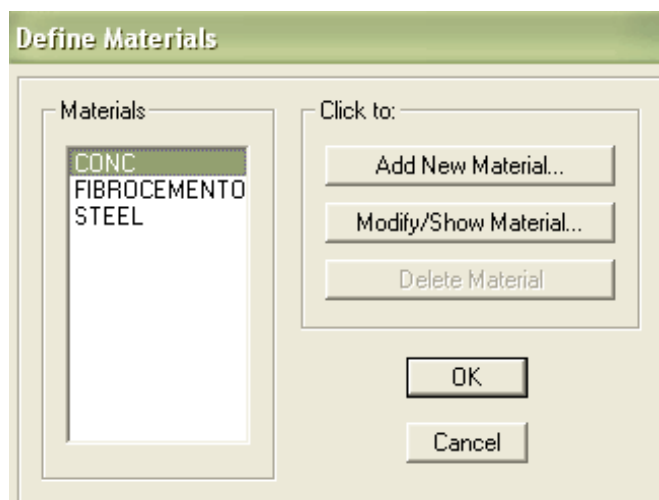


Ilustración 41: Definición de características del material.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

**Material Property Data**

**Material Name** CONC

**Display Color**  
Color [Red]

**Type of Material**  
 Isotropic  Orthotropic

**Type of Design**  
Design Concrete

**Analysis Property Data**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Mass per unit Volume       | 0.2448     |
| Weight per unit Volume     | 2.4026     |
| Modulus of Elasticity      | 2173706.51 |
| Poisson's Ratio            | 0.2        |
| Coeff of Thermal Expansion | 9.900E-06  |
| Shear Modulus              | 905711.05  |

**Design Property Data (ACI 318-99)**

|   |       |
|---|-------|
| Specified Conc Comp Strength, f'c             | 2100  |
| Bending Reinf. Yield Stress, fy               | 49490 |
| Shear Reinf. Yield Stress, fys                | 49490 |
| <input type="checkbox"/> Lightweight Concrete |       |
| Shear Strength Reduc. Factor                  |       |

OK Cancel

Ilustración 42: Definición de propiedades del concreto.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

**Material Property Data**

**Material Name** FIBROCEMEN

**Display Color**  
Color [Red]

**Type of Material**  
 Isotropic  Orthotropic

**Type of Design**  
Design None

**Analysis Property Data**

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| Mass per unit Volume       | 0         |
| Weight per unit Volume     | 0         |
| Modulus of Elasticity      | 440.13    |
| Poisson's Ratio            | 0.3       |
| Coeff of Thermal Expansion | 1.170E-05 |
| Shear Modulus              | 169.2808  |

**Design Property Data**

OK Cancel

Ilustración 43: Definición de propiedades del fibrocemento

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.3. Secciones de elementos lineales

La definición de las secciones se lo realiza en el menú Define/Frame sections.

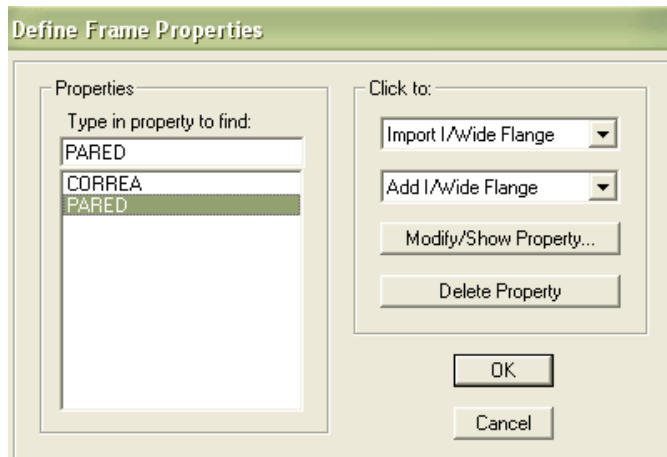


Ilustración 44: Definición secciones de elementos lineales.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Se borran todas las secciones que no necesitamos usando Delete Property. A continuación presionamos Add/Wide Flange y seleccionamos Add rectangular, luego para poner las características de la sección damos un clic en Add New Property

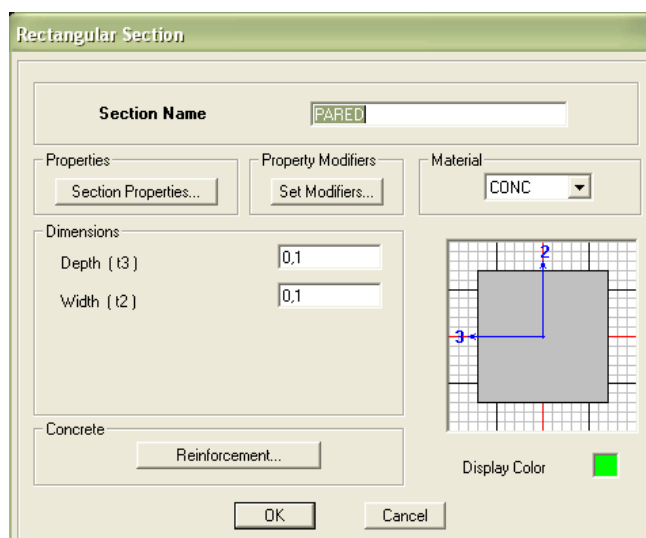


Ilustración 45: Ingreso sección frame de la pared.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Para modificar la sección hacemos un clic en Concrete Reinforcement. y seleccionamos Beam.



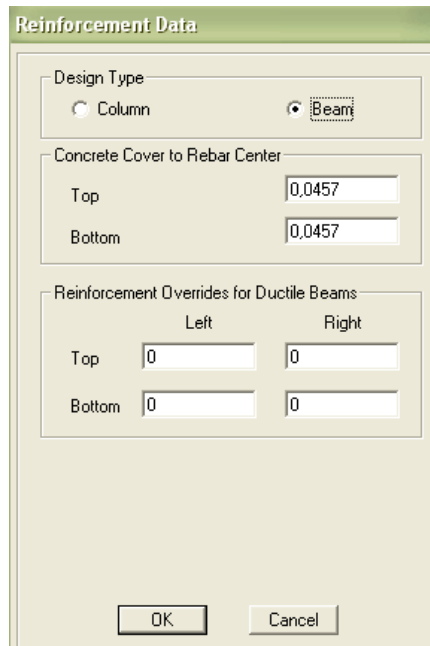


Ilustración 46: Datos del reforzamiento.  
Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Para definir la Correa en la ventana Define Frame Properties, seleccionamos Add SD Section.

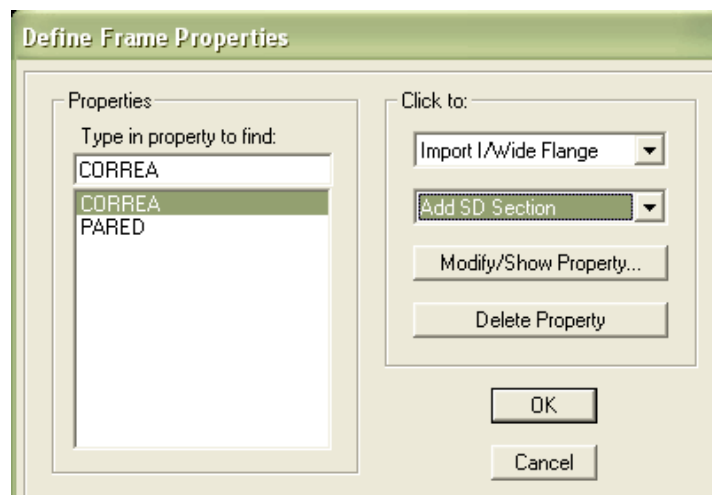


Ilustración 47: Definición sección de la correa  
Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Luego para definir las características de la correa damos un clic en Section designer y diseñamos de acuerdo a nuestros requerimientos, esto se hace debido a que no existe en

la base de datos una correa con las características que necesitamos para la modelación de la estructura.

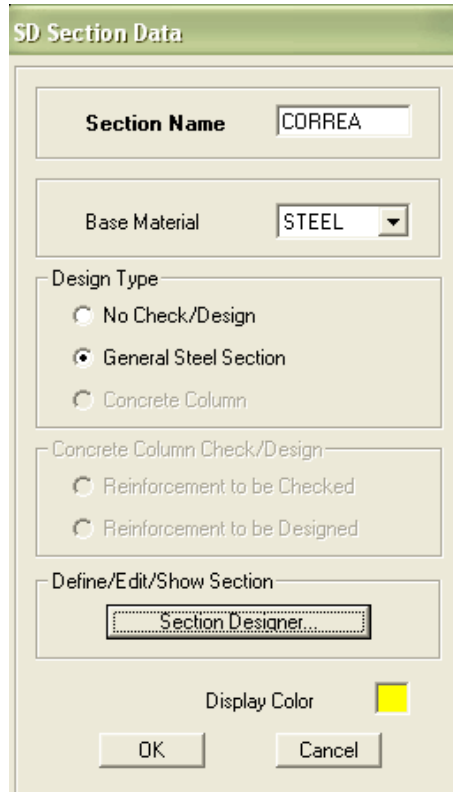


Ilustración 48: Selección para diseño de correa  
Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

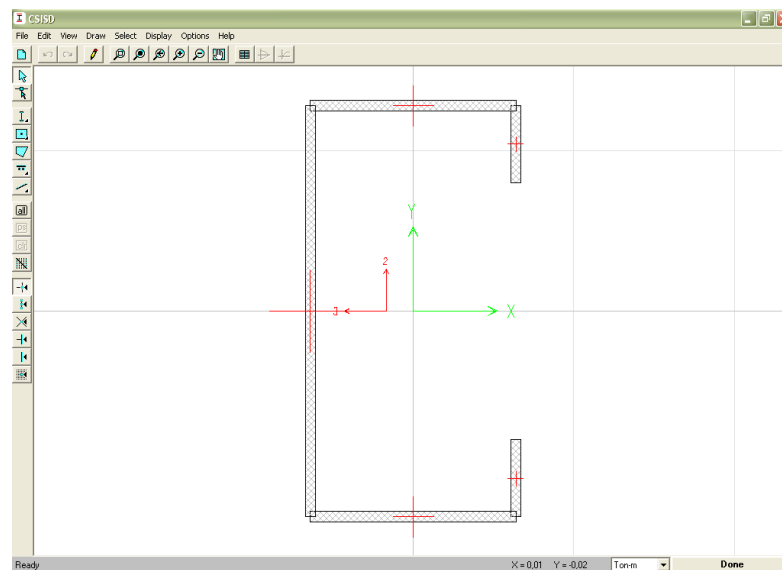



Ilustración 49: Ingreso de forma y dimensiones de la correa  
Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Para dibujar los elementos frame damos clic en el icono , entonces dibujamos los elementos frame dando clic en el nudo inicial y luego en el nudo final.

#### 8.5.5.4. Secciones de elementos áreas

Para definir la sección del muro se empleara un espesor de 10cm  
Use Define- Wall/Slab/Deck Sections se despliega el siguiente cuadro:

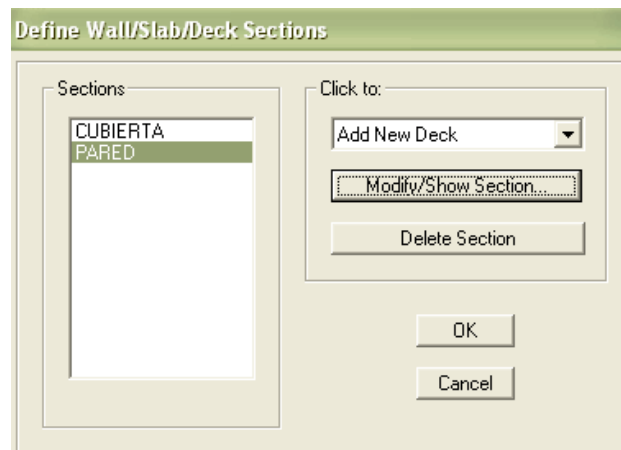


Ilustración 50: Ingreso propiedades de la pared.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

En la ventana- Wall/Slab/Deck Sections borrar SLAB y PLANK 1 con el botón Delete Section. Seleccione Wall 1 y hacer click en modify/Show Section

En el cuadro Wall/Slab/Deck Sections, modifique el nombre a Pared, escoja el material CONC y asegúrese que el espesor este indicado como 0.10, tanto en el cuadro “Membrane” como en “Bending”

The screenshot shows the 'Wall/Slab Section' dialog box with the following settings:

- Section Name:** PARED
- Material:** CONC
- Thickness:**
  - Membrane: 0,1
  - Bending: 0,1
- Type:**
  - Shell
  - Membrane
  - Plate
  - Thick Plate
- Load Distribution:**
  - Use Special One-Way Load Distribution
- Buttons:** Set Modifiers..., Display Color (blue square), OK, Cancel

Ilustración 51: Ingreso de secciones de la pared.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Para el techo escoja la opción Add new Slab, luego hacer click en Modify/Show Section y modifique según las características de la cubierta.

The screenshot shows the 'Wall/Slab Section' dialog box with the following settings:

- Section Name:** CUBIERTA
- Material:** FIBROCEME
- Thickness:**
  - Membrane: 3,000E-03
  - Bending: 3,000E-03
- Type:**
  - Shell
  - Membrane
  - Plate
  - Thick Plate
- Load Distribution:**
  - Use Special One-Way Load Distribution
- Buttons:** Set Modifiers..., Display Color (empty square), OK, Cancel

Ilustración 52: Ingreso de propiedades de la cubierta.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.5. Agregando muros

Menu Select-by Frame Sections click la sección Pared y luego click en OK

Menú Edit – Extrude Lines to Areas para crear los muros en base a los elementos tipo frame ingresados. Colocar en dx:0 , dy:0 y dz:2.38 (altura de entrepiso) y number : 1 ( 1 piso ) , Ok.

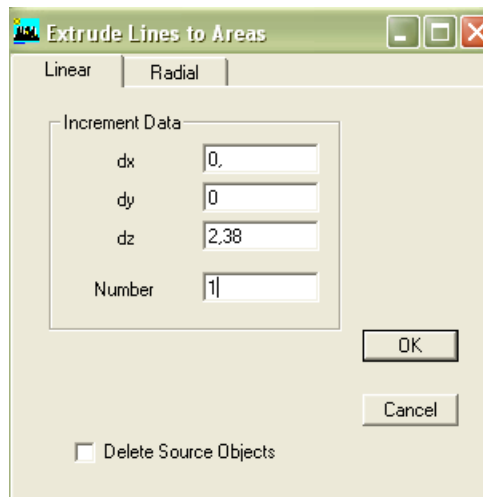


Ilustración 53: Ingreso altura de la pared.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.6. Asignar sección

Para asignar la sección, primero seleccionamos los elementos a los cuales les asignaremos una sección, luego vamos al el menú Assign- Shell/Area – Wall/Slab/Deck Section, y escoja Pared, Ok.

Repetir el mismo paso para el techo, tomando en cuenta que para este caso se debe escoger Fibrocemento

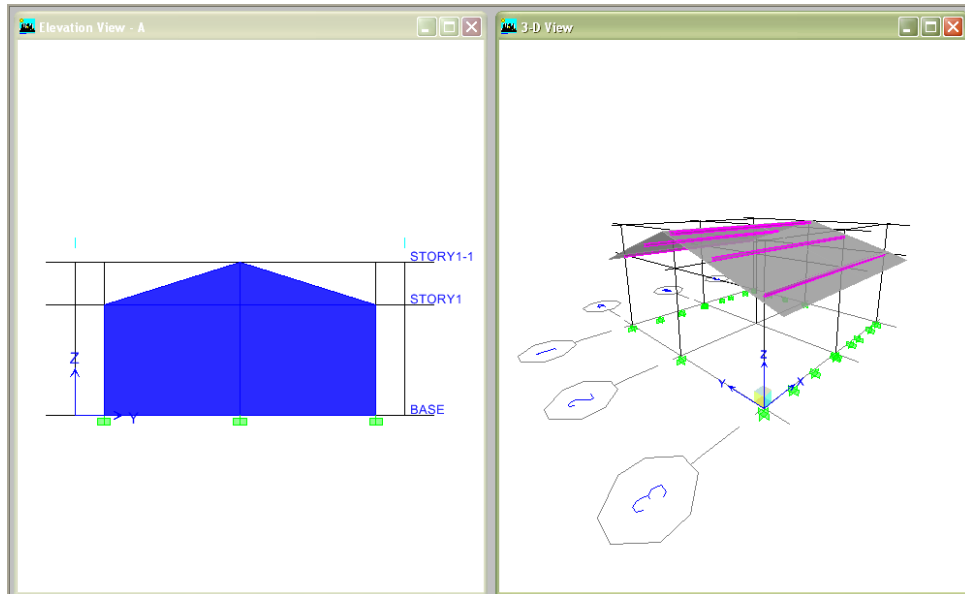


Ilustración 54: Vista 2D y 3D de la estructura.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.7. Apoyos

Para asignar las restricciones en las juntas, seleccionamos los nudos donde exista restricción y damos clic sobre Assign/Joint/Restrains, nos aparece una ventana en la cual definimos el tipo de vínculo externo, en este caso se modela con empotramiento.



Ilustración 55: Ingreso de restricciones de la estructura

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.8. Definir estados de carga

Para definir los estados de carga vamos al menú Define/ Static Load Cases

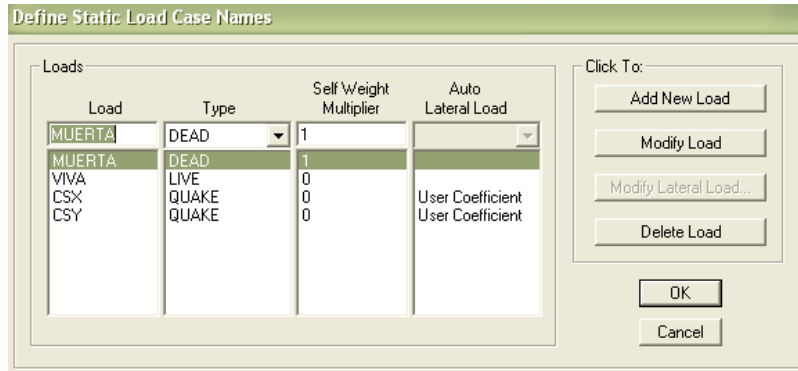


Ilustración 56: Definición estados de carga.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Entonces definimos la carga, el tipo de carga y el factor de peso propio.

### 8.5.5.9. Definir combinaciones de carga

Para definir las combinaciones de carga vamos al menú Define/Load Combinations.

Entonces añadimos nuevos combos de la sección 8.4.1 (definimos el caso de carga y el factor de mayoración por el cual será multiplicado en el combo)

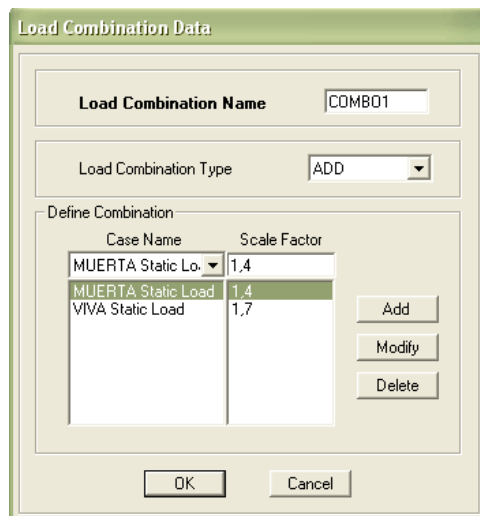


Ilustración 57: Definición combinaciones de cargas.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.10. Añadiendo cargas

Seleccionar todos los elementos de la cubierta, a continuación vamos al menú Assign/Shell Area Loads, la sub opción Uniform (Shells) y se llena primero el cuadro para la carga muerta y luego se repite el procedimiento para la carga viva, obtenida en la sección 8.4.3

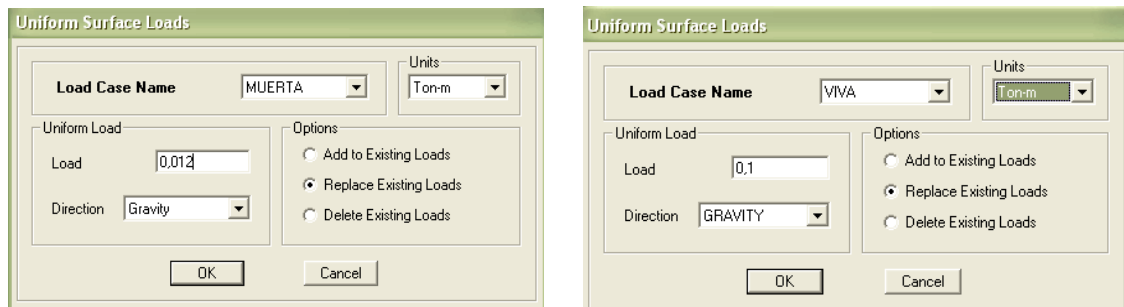


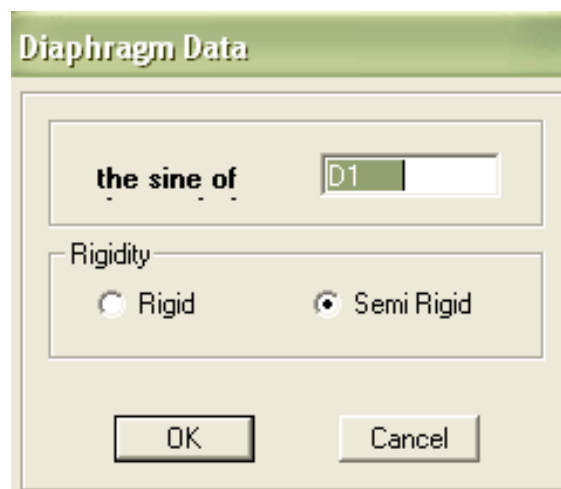
Ilustración 58: Definición de Carga Viva y Muerta.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.11. Asignación del diafragma

Para definir el diafragma, primero cerciőrese que ningún nudo o junta este seleccionado. Seleccione la ventana “Plan View”. Verifique que está en modo “One Story” y que la vista en planta corresponda al nivel 1 y del cumbbrero

Seleccione todos las juntas (no importa si selecciona también muros y losas) y vaya a Menu- Assing- Join/ Point- Diaphragms, luego en Add New Diaphragm – Ok



Ilustración 59: Asignación de diafragma semi-rígido.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga



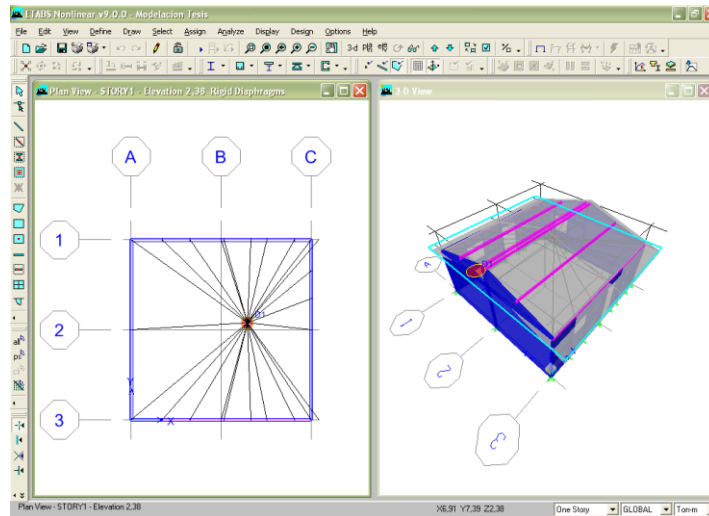


Ilustración 60: Visualización de diafragma semi-rígido.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.12. Asignación Pier para grupos de muro

En el siguiente paso, se agrega una propiedad a los conjuntos de muros a la vez, esta propiedad o característica adicional nos permitirá leer de mejor forma las fuerzas locales de cada elemento muro o grupo de áreas que forman el muro, se le asignará el nombre de Pier a dicha propiedad.

Seleccionamos los muros a los cuales les asignarán la característica o función Pier

Menú – Assing-Shell/Area- Pier Label y primero seleccione P1 y borre. Luego escriba en la casilla el nombre Pier, pudiendo ser cualquier nombre, se sugiere uno de fácil identificación- Ok

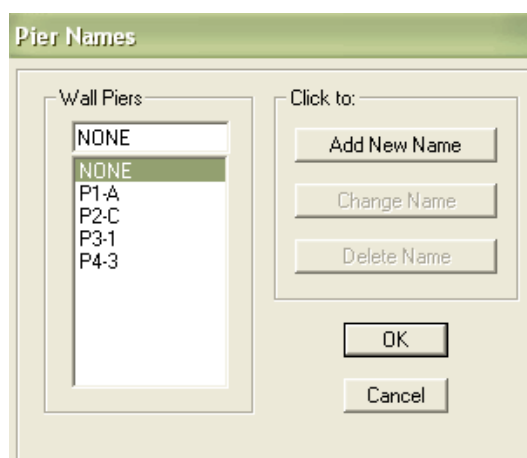


Ilustración 61: Asignación de pier en muros.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.13. Análisis de la estructura

Menú ANALIZE - Set Options

Marque la opción “Dynamic Analysis” y haga click en “Set Dynamic Parametres”

Escriba 3 en number of modes debido que se considerando tres grados de libertad y luego haga OK

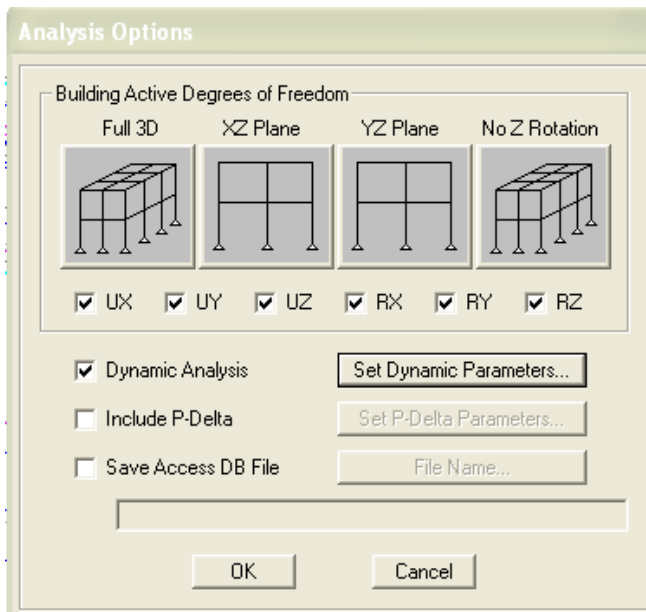


Ilustración 62: Análisis Dinámico.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

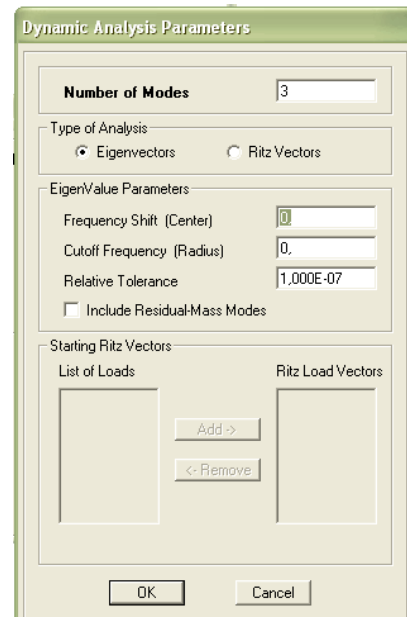



Ilustración 63: Tolerancias de análisis.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

Corremos el programa con el icono . Luego vamos al menú Design - Shear wall Design - Start design/check of estructura; debemos verificar que se encuentre activado el diseño para concreto.

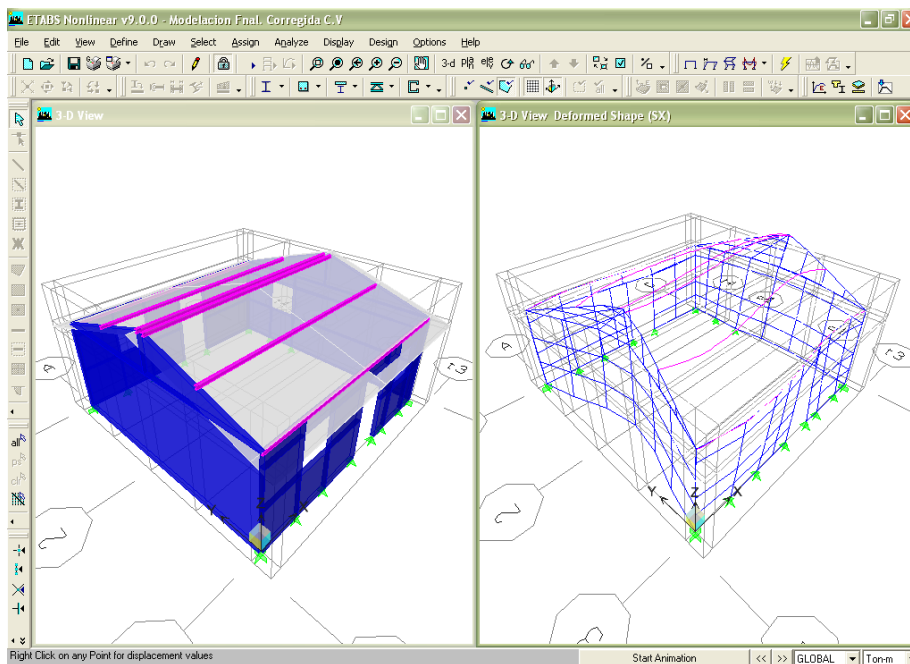


Ilustración 64: Análisis de la estructura.

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.13.1. Diagrama de Cortantes y Momentos

Debido al peso de la estructura hace que la fuerza sísmica sea pequeña, y por esta razón hace también que los momentos y cortantes también sean pequeños, por tanto los resultados son bajos.

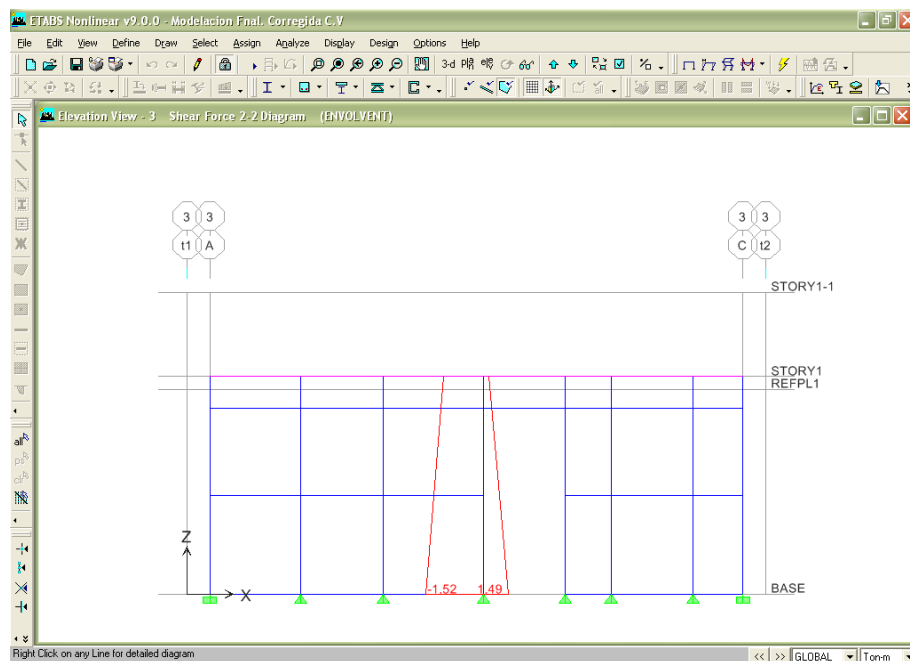


Ilustración 65: Diagrama de Cortantes – Eje 3

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

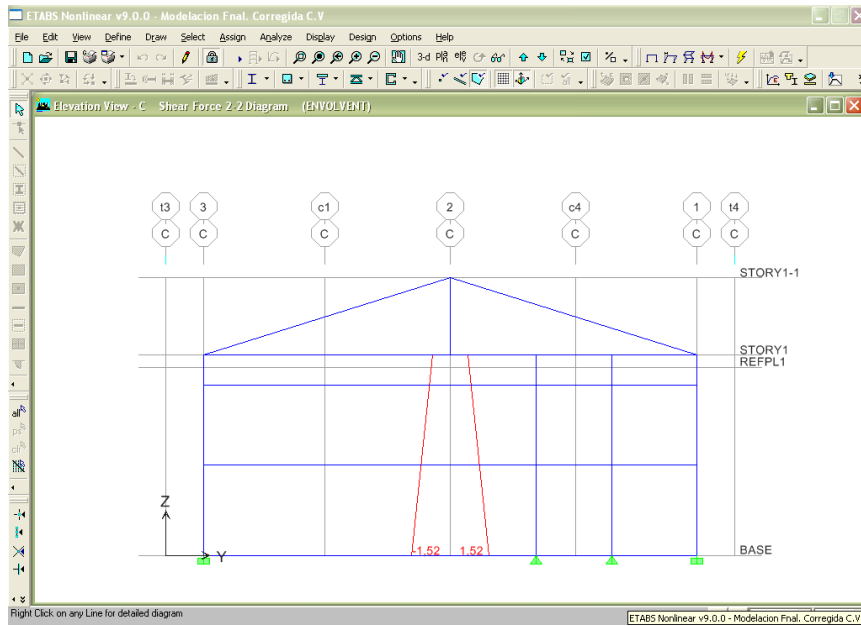


Ilustración 66: Diagrama de Cortantes – Eje C

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

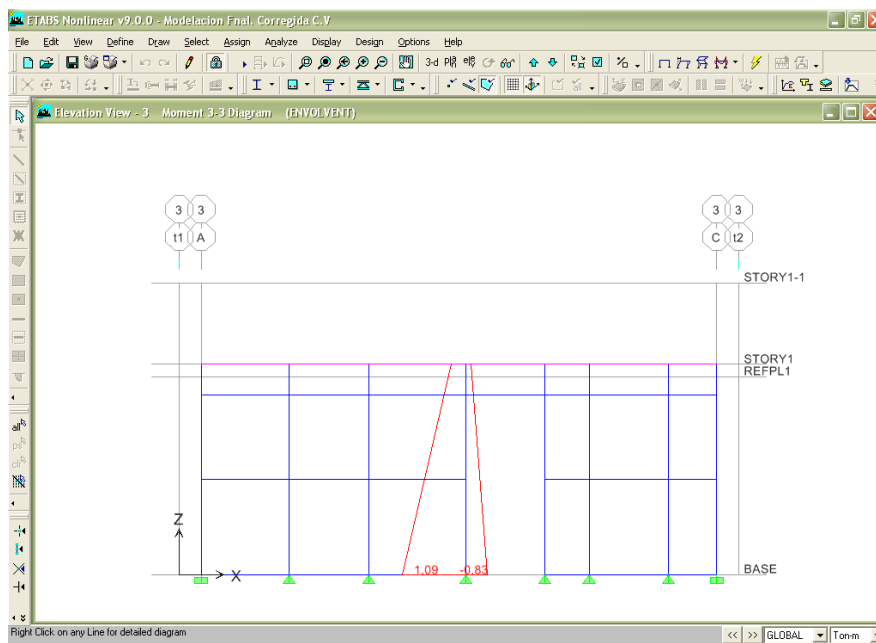


Ilustración 67: Diagrama de Momentos – Eje 3

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

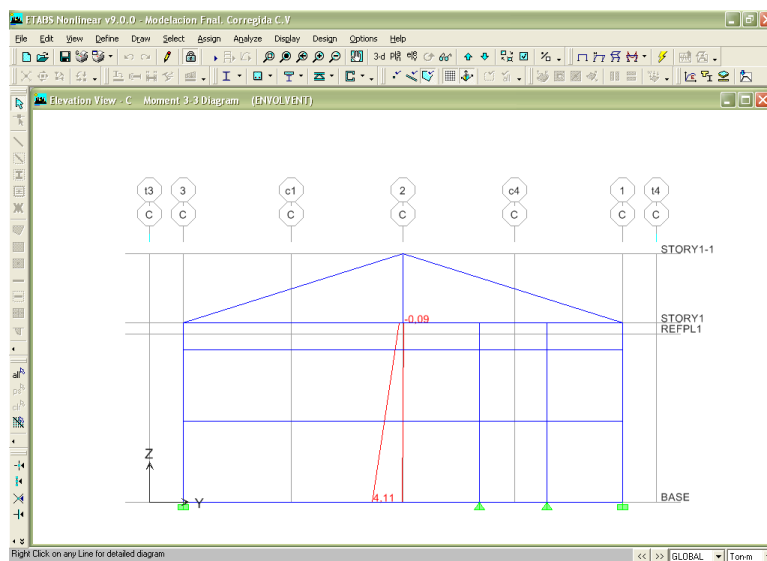


Ilustración 68: Diagrama de Momentos – Eje C

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.14. Diseño

Se debe recordar que el programa computarizado de simulación estructural es una herramienta de ayuda para el calculista, la interpretación de resultados está dada por los conocimientos técnicos del calculista así como todas las verificaciones y chequeos necesarios para que el diseño sea óptimo de acuerdo al servicio que prestará la estructura.

Uniform Reinforcing Pier Section - Design (ACI 318-99)

Story ID: STORY1 Pier ID: P-A X Loc: 0 Y Loc: 2,925 Units: Ton-m

Flexural Design for P-M2-M3 (RLLF = 1,000)

| Location | Reinf Ratio | Current Reinf Ratio | Flexural Combo | Pu    | M2u   | M3u    | Pier Ag |
|----------|-------------|---------------------|----------------|-------|-------|--------|---------|
| Top      | 0.0025      | 0.0043              | ENVOLVENT      | 0.786 | 0.000 | 0.112  | 0.585   |
| Bottom   | 0.0025      | 0.0043              | ENVOLVENT      | 3.984 | 0.000 | -0.981 | 0.585   |

Shear Design

| Station Location | Rebar cm <sup>2</sup> /m | Shear Combo | Pu    | Mu    | Vu     | Capacity phi Vc | Capacity phi Vn |
|------------------|--------------------------|-------------|-------|-------|--------|-----------------|-----------------|
| Top Leg 1        | 2,500                    | ENVOLVENT   | 0.313 | 0.266 | -0.333 | 35,643          | 70,385          |
| Bot Leg 1        | 2,500                    | COMB8       | 2,435 | 1,223 | 0,783  | 26,974          | 70,402          |

Boundary Element Check

| Station Location | B-Zone Length | B-Zone Combo | Pu    | Mu     | Vu     | Pu/Po  |
|------------------|---------------|--------------|-------|--------|--------|--------|
| Top Leg 1        | 0.878         | COMB6        | 0.385 | 0.152  | 0.006  | 0.0003 |
| Bot Leg 1        | 0.878         | COMB7        | 2,744 | -0,024 | -0,001 | 0,0025 |

Combs: Overwrites: OK Cancel

Ilustración 69: Resultados de diseño Pared Portante – Eje A

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

**Uniform Reinforcing Pier Section - Design (ACI 318-99)**

Story ID: STORY1 Pier ID: P-3 X Loc: 2.829545 Y Loc: 0 Units: Ton-m

**Flexural Design for P-M2-M3 (RLLF = 1,000)**

| Station | Required Reinf Ratio | Current Reinf Ratio | Flexural Combo | Pu    | M2u   | M3u    | Pier Ag |
|---------|----------------------|---------------------|----------------|-------|-------|--------|---------|
| Top     | 0,0025               | 0,0043              | ENVOLVENT      | 0,885 | 0,000 | -0,458 | 0,585   |
| Bottom  | 0,0025               | 0,0045              | ENVOLVENT      | 5,949 | 0,000 | -0,428 | 0,495   |

**Shear Design - First Leg Requiring Most Rebar per Unit Length**

| Station   | Rebar cm <sup>2</sup> /m | Shear Combo | Pu    | Mu     | Vu    | Capacity phi Vc | Capacity phi Vn |
|-----------|--------------------------|-------------|-------|--------|-------|-----------------|-----------------|
| Top Leg 1 | 2,500                    | ENVOLVENT   | 0,402 | -0,239 | 0,386 | 35,654          | 70,396          |
| Bot Leg 1 | 2,500                    | ENVOLVENT   | 2,022 | -0,333 | 0,547 | 13,833          | 36,103          |

**Boundary Element Check - First Inadequate Leg or Leg Requiring Longest Boundary Zone**

| Station   | B-Zone Length | B-Zone Combo | Pu    | Mu     | Vu     | Pu/Po  |
|-----------|---------------|--------------|-------|--------|--------|--------|
| Top Leg 1 | 0,878         | COMB9        | 0,465 | -0,273 | -0,010 | 0,0004 |
| Bot Leg 1 | 0,450         | COMB9        | 2,157 | -0,827 | 0,075  | 0,0038 |

Number of legs not checked because Pu/Po < -0.35 (top, bottom) = 0, 0  
Number of legs not requiring boundary zones (top, bottom) = 0, 1  
Number of legs requiring boundary zones (top, bottom) = 1, 1  
Number of legs with unacceptable boundary zones (top, bottom) = 0, 0

Combos... Overwrites... OK Cancel

Ilustración 70: Resultados de diseño Pared Portante – Eje 3

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

### 8.5.5.14.1. Verificaciones

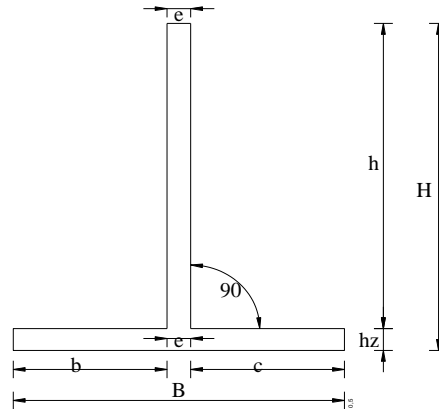
Una vez realizado e interpretado los resultados de diseño para verificar el funcionamiento de la estructura y tomando en cuenta los valores obtenidos se realiza los diferentes chequeos requeridos para el diseño de un muro, transmitiendo los resultados de diseño en planos arquitectónicos y estructurales (Ver Anexos)

## CHEQUEOS DE PARED PORTANTE

### ▣ PREDIMENSIONAMIENTO

#### DATOS

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| H =               | 2.65 m.                 |
| $\gamma_c =$      | 2.35 t/m <sup>3</sup>   |
| $\gamma_s =$      | 0.00 t/m <sup>3</sup>   |
| $\varnothing_s =$ | 0 °                     |
| $\beta =$         | 0 °                     |
| $\mu =$           | 0.85                    |
| $q_a =$           | 18.00 T/m <sup>2</sup>  |
| Inc. =            | 90 °                    |
| $f_y$             | 4949 Kg/cm <sup>2</sup> |
| $f_c$             | 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |



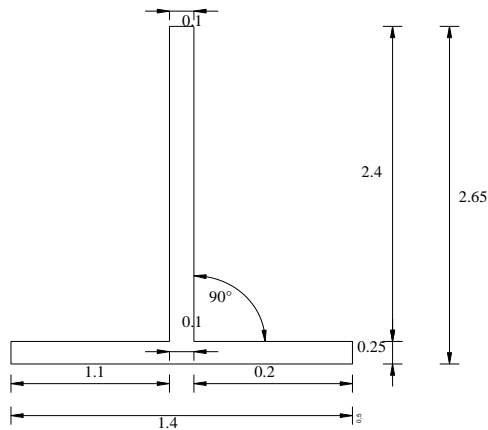
### DESARROLLO

damos valores para el predimensionamiento del muro, luego, estas dimensiones deberán ser comprobadas, tanto a la falla por deslizamiento como por volteo y la capacidad del suelo.

Predimensiones:

|      |        |
|------|--------|
| e =  | 0.10 m |
| a =  | 0.00 m |
| B =  | 1.40 m |
| c =  | 0.20 m |
| b =  | 1.10 m |
| hz = | 0.25 m |

### DIMENSIONAMIENTO



### DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE

F.S. = 1.50 (al deslizamiento)

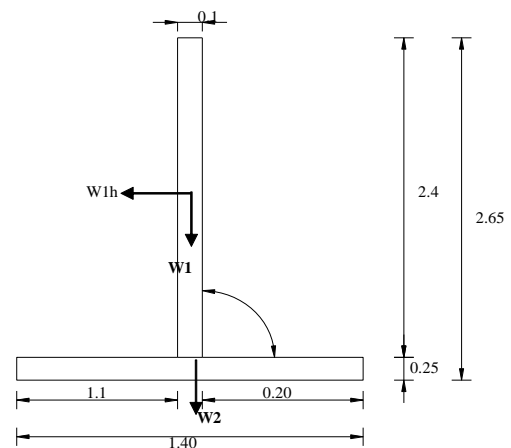
F.S. = 2.50 (al volteo)

W1 T 0.56

| Momento Estabilizador |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|
|                       | W    | d    | M    |
| W1v =                 | 0.56 | 1.15 | 0.65 |
| W2 =                  | 0.82 | 0.70 | 0.58 |
| W3 =                  | 0.00 | 1.23 | 0.00 |
|                       | 1.39 |      | 1.22 |

| Momento Actante |      |       |      |
|-----------------|------|-------|------|
|                 | W    | d     | M    |
| W1h =           | 0.39 | 1.45  | 0.57 |
| Ea              | 0.00 | 0.883 | 0.00 |
|                 | 0.39 |       | 0.57 |

Kah 700 0.7 según tablas



**VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO**

la fuerzas que se oponen al deslizamiento son el rozamiento de la base del muro con el suelo de cimentación y el eventual empuje pasivo frente al muro (no se esta considerando en este caso)

$N = 1.39 \text{ Tn}$   
 $\mu N = 1.18 \text{ Tn}$       debe cumplirse:  $\mu \cdot N \geq F.S. \times W1h$   
 de los resultados tenemos:  $0.85 \times 1.39 = 1.18 > 1.5 \times 0.39 = 0.59$       2.985 OK

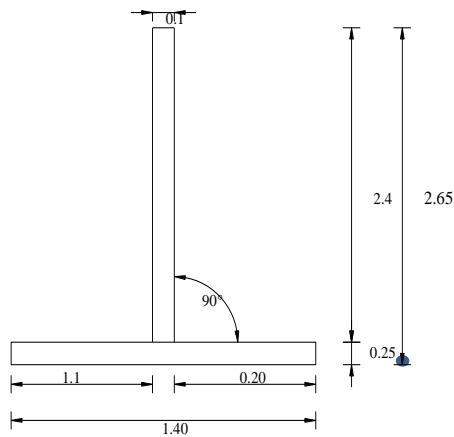
**VERIFICACIÓN AL VOLTEO**

El momento actuante o momento volcador, es producido por la fuerza horizontal del empuje y el momento resistente o estabilizador viene dado por los momentos de las fuerzas verticales con respecto a la puntera del talon.

Debe cumplirse que:  $M_r / M_a = (2-3)$   
 $M_r = 1.22$        $2.5 \times 0.57 = 1.43$       2.14 OK

**DISEÑO DE PARED PORTANTE**

Con las dimensiones indicadas, calculamos los momentos en los puntos necesario y elaboramos nuestro diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores, tomando como origen la parte inferior de la zapata, tendremos la siguiente tabla:



**refuerzo vertical**

**b**      100

|           |      |             |          |          |          |      |
|-----------|------|-------------|----------|----------|----------|------|
| X         | 0.00 | 0.25        | 1.05     | 1.85     | 2.65     | 2.90 |
| P(Tn/m)   | 0.34 | 0.31        | 0.21     | 0.10     | 0.00     | 0    |
| V(tn)     |      | 0.37        | 0.16     | 0.04     | 0.00     | 1.37 |
| M(t-m)    |      | 0.30        | 0.09     | 0.01     | 0.00     | 0.97 |
| Ro        |      | 0.0083      | 0.0023   | 0.0003   | 0.0000   |      |
| Ro min    |      | 0.00283     |          |          |          |      |
| Ro diseño |      | 0.00834     | 0.00283  | 0.00283  | 0.00283  |      |
| As (cm²)  |      | 2.50        | 0.85     | 0.85     | 0.85     |      |
| varilla   |      | 7.0         | 4.5      | 4.5      | 4.5      |      |
| f         |      | 7fi7mm      | 6fi4.5mm | 6fi4.5mm | 6fi4.5mm |      |
| e         |      | @ 16.666666 | @ 20cm   | @ 20cm   | @ 20cm   |      |

**refuerzo horizontal**

|        |          |
|--------|----------|
| ro min | 0.002    |
| As     | 1.398    |
|        | 4.5      |
| f      | 9fi4.5mm |
| e      | @ 29cm   |



### ESFUERZO MÁXIMO EN EL SUELO

Llamando N a la resultante de fuerza normal a la base de contacto cemento-suelo y en a la excentricidad respecto al punto medio de dicha base, si las tensiones del cemento sobre el suelo son de compresión en todo el ancho de la base, se acepta que la distribución de tensión es lineal y viene dada por la aplicación de la ley de HOOKE al caso de flexión compuesta. para una porción de ancho unidad se tiene:

$$q = \frac{N}{B} - \frac{M \times e}{I}$$

donde M es el momento aplicado, producto de la excentricidad de la fuerza normal ( $M=N \times e$ ) y e, es la excentricidad del punto considerado, positivo hacia la puntera.

Por tanto las tensiones en los bordes extremos se obtiene para  $e=\pm B/2$  luego, considerando la inercia de la sección y reemplazando en la ecuación, tendremos:

$$\left. \begin{aligned} q_1 &= \frac{N}{B} + \frac{6 \cdot N \times e_n}{B^2} \\ q_2 &= \frac{N}{B} - \frac{6 \cdot N \times e_n}{B^2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{Debe comprobarse que la mayor no rebase la tensión admisible} \\ &\text{Ademas, para que no exista esfuerzos de tensión en la base, debe} \\ &\text{cumplirse que: } \frac{N}{B} - \frac{6 \cdot N \times e_n}{B^2} \geq 0 \Rightarrow \frac{B}{6} \geq e_n \\ &\text{La resultante de empujes y pesos debe pasar por el tercio central} \end{aligned}$$

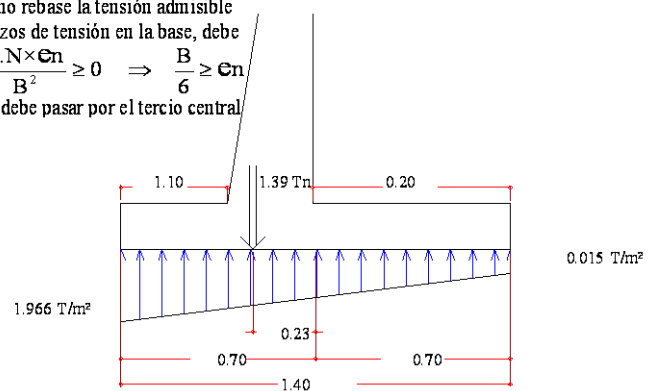
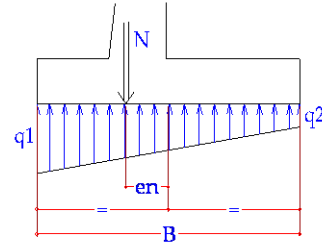
Determinamos entonces en:

$$e = 0.23 \quad B/6 = 0.2333$$

Entonces:  $0.23 < 0.2333$  OK

Hallamos los esfuerzos en los bordes extremos con ecuaciones anteriores

$$\begin{aligned} q_1 &= 1.966 \text{ T/m}^2 < 18.00 \text{ T/m}^2 && \text{OK} \\ q_2 &= 0.015 \text{ T/m}^2 < 18.00 \text{ T/m}^2 && \text{OK} \end{aligned}$$



### ESFUERZO CARA MURO

$$\begin{aligned} M_c &= 0.31866 \\ x &= 1.40 \\ q &= 0.293579 \text{ T/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 0.2936 \text{ T/m} \\ R &= 0.15 \text{ T} \\ d &= 0.13012 \text{ m} \\ M &= 0.020067 \text{ t.m} \\ f_c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4949 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

### DISEÑO A FLEXION ZAPATA

SENTIDO B

$$\begin{aligned} b &= 100 \text{ cm} \\ d &= 18 \\ r_{o \text{ min}} &= 0.002829 \\ r_o &= 0.000014 \text{ use } r_o \text{ minimo} \\ r_{o \text{ dis}} &= 0.002829 \\ A_{s \text{ min}} &= 5.09 \text{ cm}^2 \quad 10 \quad 7\text{f}10\text{mm} \quad 1\text{f}10\text{mm} @ 14\text{cm} \end{aligned}$$

SENTIDO L

$$\begin{aligned} d &= 18 \\ L &= 140.00 \text{ cm} \\ r_o &= 0.00001 \text{ use } r_o \text{ minimo} \\ r_{o \text{ dis}} &= 0.002829 \\ A_{s \text{ min}} &= 7.13 \text{ cm}^2 \quad 10 \quad 9\text{f}10\text{mm} \quad 1\text{f}10\text{mm} @ 16\text{cm} \end{aligned}$$

### DISEÑO A CORTE ZAPATA

$$\begin{aligned} d &= 0.02 \\ \text{esf} &= 0.029219 \text{ T/m} \\ V &= 0.000441 \text{ T} \end{aligned}$$

SENTIDO B

$$\begin{aligned} V_{cal} &= 0.000288 \\ v_{adm} &= 7.68043 \text{ ok} \end{aligned}$$

SENTIDO L

$$V_{cal} = 0.000206 \text{ ok}$$

$$V_{c \text{ cal}} = \frac{V}{0.8 \cdot b \cdot d}$$

$$V_{c \text{ adm}} = 0.53 \sqrt{f_c}$$

$$V_{c \text{ cal}} < V_{c \text{ adm}} \text{ ok}$$

### 8.5.6. Presupuesto de la Vivienda

Finalizado el proceso de diseño se elabora el **Presupuesto** de la vivienda con paredes portantes de concreto elaborado con material reciclado.

Del cuadro de Presupuestos una vez hecho un análisis comparativo se determinó que la vivienda con concreto ecológico es de un costo mayor al de la vivienda propuesta por el MIDUVI, debido a que al implementar muros portantes suprimiendo las mamposterías comunes, cadenas y vigas perimetrales, incrementa el precio total de la vivienda debido al incremento en volumen de concreto y acero de refuerzo, pero por otra parte la estructura es completamente funcional que permite al constructor y propietario obtener una vivienda que cumple con todos los requerimientos mínimos de diseño sísmico.

Vivienda sismoresistente con

|  |    |                      |
|--|----|----------------------|
| Paredes Portantes (concreto ecológico) | \$ | 5349.01 (Tabla #38)  |
| Vivienda tipo A1 (MIDUVI)              | \$ | 4825.20 (Anexo 10.4) |
|  |    | -----                |
| Diferencia de costo de la vivienda     | \$ | 523.81               |

De acuerdo al presupuesto que se detalla a continuación (Tabla 38) nuestra propuesta sigue cumpliendo el estándar de vivienda de interés social, comparamos su presupuesto general con el de la vivienda reconfigurada del MIDUVI tipo A1 cumpliendo esta con los requerimientos mínimos de diseño y utilizando concreto normal obteniendo los siguientes resultados.

|   |    |                      |
|---|----|----------------------|
| Vivienda tipo A1 (MIDUVI) Reconfigurada | \$ | 7452.39 (Anexo 10.5) |
| Vivienda sismoresistente con            |    |                      |
| Paredes Portantes (concreto ecológico)  | \$ | 5349.01 (Tabla #38)  |
|   |    | -----                |
| Diferencia de costo de la vivienda      | \$ | 2013.38              |

**Nota:** los totales de los presupuestos no incluyen IVA

El costo de la vivienda con paredes portantes de concreto ecológico además de ser funcional estructuralmente tiene como ventaja ser más económica al ser comparada con el costo de construir una vivienda que cumpla los requerimientos sismoresistentes establecidos CPE5 2001, ya que en la actualidad la mayoría de los propietarios de las viviendas populares no mantienen la estructura original siendo esto un peligro latente en caso de sismos de gran magnitud.

Tabla 38: Presupuesto Vivienda con Paredes Portantes

### PRESUPUESTO GENERAL

**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
**PROYECTO:** PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO  
**DETALLE:** CONCRETO ECOLOGICO

| ITEM   | RUBRO  | U   | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | P.TOTAL           |
|--|--|-----|----------|-----------------|-------------------|
| <b>I PRELIMINARES</b>                                |  |     |          |                 |                   |
| 1.2  | Replanteo  | m2  | 38.90    | 1.04            | 40.46             |
| 1.3  | Excavación de cimientos  | m3  | 2.84     | 3.81            | 10.82             |
| <b>Subtotal 1</b>                                    |  |     |          |                 | <b>51.28</b>      |
| <b>II ESTRUCTURA DE HORMIGON</b>                     |  |     |          |                 |                   |
| 2.1  | Cimentación f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>                      | m3  | 9.45     | 80.59           | 761.58            |
| 2.2  | Perad Portante f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>                   | m3  | 5.76     | 107.31          | 618.11            |
| 2.3  | Armadura electrosoldada  | kg  | 487.29   | 2.05            | 998.94            |
| 2.4  | Dinteles H. Simple f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>               | m3  | 0.03     | 129.16          | 3.62              |
| <b>Subtotal 2</b>                                    |  |     |          |                 | <b>2 382.25</b>   |
| <b>III MAMPOSTERIA</b>                               |  |     |          |                 |                   |
| 3.1  | Mampostería de ladrillo común  | m2  | 28.05    | 12.06           | 338.28            |
| <b>Subtotal 3</b>                                    |  |     |          |                 | <b>338.28</b>     |
| <b>IV ENLUCIDOS</b>                                  |  |     |          |                 |                   |
| 4.1  | Enlucido vertical. Tipo B  | m2  | 56.10    | 5.21            | 292.28            |
| <b>Subtotal 4</b>                                    |  |     |          |                 | <b>292.28</b>     |
| <b>V PISOS</b>                                       |  |     |          |                 |                   |
| 5.1  | Empedrado de contrapiso. e = 12 cm                                       | m2  | 33.66    | 2.28            | 76.74             |
| 5.2  | Contrapiso de H. Simple f <sub>c</sub> = 180 kg/cm <sup>2</sup> e = 6 cm | m2  | 33.66    | 6.73            | 226.53            |
| 5.3  | Masillado y alisado de piso Tipo C                                       | m2  | 35.20    | 3.42            | 120.38            |
| <b>Subtotal 5</b>                                    |  |     |          |                 | <b>423.65</b>     |
| <b>VI CARPINTERIA - HIERRO - MADERA</b>              |  |     |          |                 |                   |
| 6.1  | Puerta metálica sencilla 0.90 - 0.80 - 0.70 m.                           | u   | 3.00     | 72.89           | 218.67            |
| 6.2  | Ventanas de hierro con protección  | m2  | 3.60     | 23.13           | 83.27             |
| 6.3  | Vidrio 3 mm  | m2  | 3.60     | 8.41            | 30.28             |
| 6.4  | Puerta panelada de laurel inclu. Cerradura y laca                        | u   | 1.00     | 102.03          | 102.03            |
| <b>Subtotal 6</b>                                    |  |     |          |                 | <b>434.25</b>     |
| <b>VII CUBIERTA</b>                                  |  |     |          |                 |                   |
| 7.1  | Correas metálicas  | kg  | 100.08   | 2.40            | 240.19            |
| 7.2  | Cubierta fibrocemento 1.83x1.10m   | m2  | 48.80    | 6.36            | 310.37            |
| 7.3  | Caballetes de fibrocemento   | u   | 6.00     | 7.76            | 46.56             |
| <b>Subtotal 7</b>                                    |  |     |          |                 | <b>597.12</b>     |
| <b>VIII PIEZAS SANITARIAS</b>                        |  |     |          |                 |                   |
| 8.1  | Lavaplatos de hierro enlazado un pozo                                    | u   | 1.00     | 36.78           | 36.78             |
| 8.2  | Inodoro blanco nacional  | u   | 1.00     | 63.39           | 63.39             |
| 8.3  | lavamanos blanco una llave   | u   | 1.00     | 28.92           | 28.92             |
| 8.4  | Ducha sencilla   | u   | 1.00     | 22.41           | 22.41             |
| 8.5  | Rejilla de piso 2"   | u   | 1.00     | 2.18            | 2.18              |
| <b>Subtotal 8</b>                                    |  |     |          |                 | <b>153.68</b>     |
| <b>IX INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUA POTABLE</b> |  |     |          |                 |                   |
| 9.1  | Instalación de A. Potable PVC 1/2" *                                     | pto | 4.00     | 13.61           | 54.44             |
| 9.2  | Canalización PVC 50 mm   | pto | 3.00     | 22.07           | 66.21             |
| 9.3  | Canalización PVC 110 mm  | pto | 1.00     | 17.60           | 17.60             |
| 9.4  | Tubería PVC 50 mm  | ml  | 6.00     | 4.22            | 25.32             |
| 9.5  | Tubería PVC 110 mm   | ml  | 3.00     | 7.06            | 21.18             |
| 9.6  | Caja de revisión 60 x 60 x 60 cm   | u   | 1.00     | 56.42           | 56.42             |
| <b>Subtotal 9</b>                                    |  |     |          |                 | <b>241.17</b>     |
| <b>X INSTALACIONES ELECTRICAS</b>                    |  |     |          |                 |                   |
| 10.1   | Punto de luz   | pto | 6.00     | 14.95           | 89.70             |
| 10.2   | Tomacorriente doble  | pto | 4.00     | 13.98           | 55.92             |
| 10.3   | Caja térmica 4 puntos  | u   | 1.00     | 39.17           | 39.17             |
| <b>Subtotal 10</b>                                   |  |     |          |                 | <b>184.79</b>     |
| <b>XI ACABADOS</b>                                   |  |     |          |                 |                   |
| 11.1   | Mesón de cocina f <sub>c</sub> = 180 kg/cm <sup>2</sup>                  | ml  | 1.00     | 27.40           | 27.40             |
| 11.2   | Alisado de mesón de cocina. Tipo C                                       | ml  | 1.00     | 7.09            | 7.09              |
| 11.3   | Bordillo de tina de baño   | ml  | 1.24     | 5.72            | 7.09              |
| 11.4   | Acera perimetral f <sub>c</sub> = 180 kg/cm <sup>2</sup>                 | m2  | 8.35     | 11.10           | 92.69             |
| 11.5   | Azulejo en paredes   | m2  | 5.56     | 12.69           | 70.56             |
| 11.6   | Azulejo en pisos   | m2  | 3.08     | 14.75           | 45.43             |
| <b>Subtotal 11</b>                                   |  |     |          |                 | <b>250.26</b>     |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                             |  |     |          |                 | <b>\$5 349.01</b> |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Elaboró: Franklin Pucha – Ximena Llanga

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ACI 318S-05. (2005). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario. American Concrete Institute. USA
2. CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. (1993). Requisitos de Diseño del Hormigón Armado. CP-5 Parte II. Quinta Edición. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito. Ecuador.
3. CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO. (2001). Requisitos Generales de Diseño: Peligro Sísmico, Espectros de Diseño y Requisitos mínimos de cálculos para diseño Sismo-resistente. CPE INEN 5:2001 Parte I Capítulo 12. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito. Ecuador.
4. CAMANIERO, Raúl, (1.997). Dosificación de Mezclas, Quito.
5. CORREA, Diego F, (1.990), Requerimientos de agua de mezclado para concretos de peso normal, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
6. DAVIS, TOXELL, WISKOCIL, (1.990). Ensaye e Inspección de los Materiales
7. FERGUSON, Phil, (1.972), Teoría Elemental del Concreto Reforzado, Editorial Continental, México.
8. GARCÍA, Juan F, (1.968). Método para la Dosificación de Hormigones, Comité de la Industria del Cemento de la Asociación Nacional de Industriales – ANDI, Medellín.
9. GARCIA, Meseguer. Hormigón Armado, (1.987), Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
10. NEVILLE, Adam M: Tecnología del concreto, (1.979), Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C., México.
11. PORRERO, J.; RAMOS, C. GRACES, J., (1.979). Manual del concreto fresco, Asociación Venezolana de sistemas de paredes estructurales AVEISPE, Caracas.
12. SÁNCHEZ, Diego, (1.984). Manual de Agregados Naturales para Concreto de peso normal, Universidad de los Andes, CIFOI, Bogotá.

## IX. ANEXOS

### 10.1. Cantidad de probetas elaboradas durante la Investigación

| DESCRIPCION   | N°<br>PROBETAS | EDAD<br>(dias)  | OBSERVACIONES                                 |
|---|----------------|-----------------|---|
| DISEÑO_1 ( 1 : 1,94 : 2,89 ) 7,21 sacos Cc:1kg AS: 4cm                      | 2              | 7               | Dis. Cemento Rocafuerte                       |
| DISEÑO_1 ( 1 : 1,94 : 2,89 ) 7,21 sacos Cc:1kg AS: 4cm                      | 2              | 28              | Dis. Cemento Rocafuerte                       |
| DISEÑO_2 ( 1 : 1,98 : 2,88 ) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 5cm                     | 2              | 7               | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| DISEÑO_2 ( 1 : 1,98 : 2,88 ) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 5cm                     | 2              | 28              | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| DISEÑO_3 ( 1 : 1,94 : 2,82 : 0,10 ) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 8cm              | 2              | 7               | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC                 |
| DISEÑO_3 ( 1 : 1,94 : 2,82 : 0,10 ) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 8cm              | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC                 |
| DISEÑO_4 ( 1 : 1,78 : 2,58 : 0,50 ) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 4,5c             | 2              | 7               | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC                 |
| DISEÑO_4 ( 1 : 1,78 : 2,58 : 0,50 ) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 4,5c             | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC                 |
| DISEÑO_5 ( 1 : 1,58 : 2,28 : 1,00 ) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 3cm              | 2              | 7               | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| DISEÑO_5 ( 1 : 1,58 : 2,28 : 1,00 ) 7,37 sacos Cc:1kg AS = 3cm              | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| DISEÑO_6 ( 1 : 1,72 : 2,52 ) 7,92 sacos Cc: 1kg AS: 5cm                     | 2              | 7               | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| DISEÑO_6 ( 1 : 1,72 : 2,52 ) 7,92 sacos Cc: 1kg AS: 5cm                     | 2              | 28              | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| DISEÑO_7 ( 1 : 1,73 : 2,55 ) 7,77 sacos Cc: 1kg AS: 15cm                    | 4              | 7               | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| DISEÑO_8 ( 1 : 1,97 : 2,84 ) 7,26 sacos Cc: 1kg AS: 6cm                     | 2              | 7               | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| DISEÑO_8 ( 1 : 1,97 : 2,84 ) 7,26 sacos Cc: 1kg AS: 6cm                     | 2              | 28              | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| DISEÑO_9 ( 1 : 1,97 : 2,84 ) 7,26 sacos Cc: 1kg AS: 5cm                     | 2              | 7               | Dis. Cemento Rocafuerte                       |
| DISEÑO_9 ( 1 : 1,97 : 2,84 ) 7,26 sacos Cc: 1kg AS: 5cm                     | 2              | 28              | Dis. Cemento Rocafuerte                       |
| DISEÑO_10 ( 1 : 2,29 : 3,26 ) 6,47 sacos SCc: 0kg AS: 9,5 cm                | 2              | 7               | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| DISEÑO_10 ( 1 : 2,29 : 3,26 ) 6,47 sacos SCc: 0kg AS: 9,5 cm                | 2              | 28              | Dis. Cemento Chimborazo                       |
| DISEÑO_11 ( 1 : 2,29 : 3,26 ) 6,47 sacos SCc: 0kg AS: 11 cm                 | 2              | 7               | Dis. Cemento Rocafuerte                       |
| DISEÑO_11 ( 1 : 2,29 : 3,26 ) 6,47 sacos SCc: 0kg AS: 11 cm                 | 2              | 28              | Dis. Cemento Rocafuerte                       |
| <b>DISEÑO BASE ( 1 : 2,10 : 3 ) 6,89 sacos</b>                              |                |                 |   |
| DISEÑO_12 ( 1 : 2,06 : 2,94 : 0,10 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 10,5 cm        | 2              | 7               | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC                 |
| DISEÑO_12 ( 1 : 2,06 : 2,94 : 0,10 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 10,5 cm        | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo + 0,1kg PVC                 |
| DISEÑO_13 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 4,5 cm         | 2              | 7               | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC                 |
| DISEÑO_13 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 4,5 cm         | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo + 0,5kg PVC                 |
| DISEÑO_14 ( 1 : 1,70 : 2,40 : 1,00 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 3,3 cm         | 2              | 7               | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| DISEÑO_14 ( 1 : 1,70 : 2,40 : 1,00 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 3,3 cm         | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| DISEÑO_15 ( 1 : 1,68 : 2,36 : 1,00 ) 6,95 sacos SCc:0kg AS = 5,4 cm         | 2              | 7               | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| DISEÑO_15 ( 1 : 1,68 : 2,36 : 1,00 ) 6,95 sacos SCc:0kg AS = 5,4 cm         | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| <b>DISEÑOS PARA CURVA CONCRETO NORMAL CON ARENA</b>                         |                |                 |   |
| DISEÑO_16 ( 1 : 2,21 : 3,16 ) 6,63 sacos SCc:0kg AS = 10,5 cm               | 4              | 7               | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL).CN           |
| DISEÑO_16 ( 1 : 2,21 : 3,16 ) 6,63 sacos SCc:0kg AS = 10,5 cm               | 4              | 14              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL).CN           |
| DISEÑO_16 ( 1 : 2,21 : 3,16 ) 6,63 sacos SCc:0kg AS = 10,5 cm               | 4              | 21              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL).CN           |
| DISEÑO_16 ( 1 : 2,21 : 3,16 ) 6,63 sacos SCc:0kg AS = 10,5 cm               | 4              | 28              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL).CN           |
| DISEÑO_17 ( 1 : 1,62 : 2,28 : 1,00 ) 7,11 sacos SCc:0kg AS = 4,3 cm         | 2              | 7               | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| DISEÑO_17 ( 1 : 1,62 : 2,28 : 1,00 ) 7,11 sacos SCc:0kg AS = 4,3 cm         | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| DISEÑO_18 ( 1 : 1,58 : 2,23 : 1,00 ) 7,21 sacos SCc:0kg AS = 4,3 cm         | 2              | 7               | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| DISEÑO_18 ( 1 : 1,58 : 2,23 : 1,00 ) 7,21 sacos SCc:0kg AS = 4,3 cm         | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo + 1 kg PVC                  |
| <b>DISEÑO BASE FINAL ( 1 : 2,04 : 2,91 ) 7,05 sacos (1%PVC)</b>             |                |                 |   |
| DISEÑO_19 ( 1 : 1,64 : 2,31 : 1,00 ) 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6,4 cm         | 4              | 7               | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC1%)    |
| DISEÑO_19 ( 1 : 1,64 : 2,31 : 1,00 ) 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6,4 cm         | 4              | 14              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC1%)    |
| DISEÑO_19 ( 1 : 1,64 : 2,31 : 1,00 ) 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6,4 cm         | 4              | 21              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC1%)    |
| DISEÑO_19 ( 1 : 1,64 : 2,31 : 1,00 ) 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6,4 cm         | 4              | 28              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC1%)    |
| <b>DISEÑOS PARA CURVA CONCRETO CON INCREMENTOS DE PLASTICO</b>              |                |                 |   |
| DISEÑO_20 ( 1 : 2,04 : 2,91 ) CN 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6 cm               | 2              | 28              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL C.N)          |
| DISEÑO_20 ( 1 : 2,00 : 2,85 : 0,1 ) 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6 cm            | 2              | 28              | (DISEÑO FINAL ) + 0,1 % DE PVC                |
| DISEÑO_20 ( 1 : 1,84 : 2,61 : 0,5 ) 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6 cm            | 2              | 28              | (DISEÑO FINAL ) + 0,5% DE PVC                 |
| DISEÑO_19 ( 1 : 1,64 : 2,31 : 1,00 ) 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6 cm           | 2              | 28              | (DISEÑO FINAL ) + 1% DE PVC                   |
| DISEÑO_20 ( 1 : 1,44 : 2,01 : 1,5 ) 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6 cm            | 2              | 28              | (DISEÑO FINAL ) + 1,5 % DE PVC                |
| DISEÑO_20 ( 1 : 1,24 : 1,71 : 2,00 ) 7,05 sacos SCc:0kg AS = 6 cm           | 2              | 28              | (DISEÑO FINAL ) + 2 % DE PVC                  |
| <b>DISEÑO BASE FINAL ( 1 : 2,10 : 3,00 ) 6,89 sacos con 12,5 kg de agua</b> |                |                 |   |
| DISEÑO_21 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 7,4 cm         | 4              | 7               | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| DISEÑO_21 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 7,4 cm         | 4              | 14              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| DISEÑO_21 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 7,4 cm         | 4              | 21              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| DISEÑO_21 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 7,4 cm         | 4              | 28              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| <b>DISEÑO BASE FINAL ( 1 : 2,10 : 3,00 ) 6,89 sacos con 12 kg de agua</b>   |                |                 |   |
| DISEÑO_22 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 6,4 cm         | 4              | 7               | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| DISEÑO_22 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 6,4 cm         | 4              | 14              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| DISEÑO_22 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 6,4 cm         | 4              | 21              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| DISEÑO_22 ( 1 : 1,90 : 2,70 : 0,50 ) 6,89 sacos SCc:0kg AS = 6,4 cm         | 4              | 28              | Dis. C.Chimborazo (DISEÑO FINAL CON PVC 0,5%) |
| <b>TOTAL</b>  | <b>144</b>     | <b>PROBETAS</b> |   |

## 10.2. Tablas de resultados Ensayos en Agregados del Concreto

### MASA UNITARIA SUELTA CEMENTO

| INFORMACION GENERAL N° 1   |       |  |             |             |  |             |
|--|-------|--|-------------|-------------|--|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>CEMENTO CHIMBORAZO</b> |       | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br><b>2 436.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>2 922.00 cm3</b> |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |       |  |             |             |  |             |
| DESCRIPCION  |       | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |  |             |
| ENSAYO N°  |       | 1  | 2           | 3           | 4  | 5           |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g     | 5 346.00   | 5 247.00    | 5 142.00    | 5 303.00   | 5 395.00    |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g     | 5 322.00   | 5 245.00    | 5 201.00    | 5 256.00   | 5 324.00    |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g     | 5 315.00   | 5 268.00    | 5 162.00    | 5 251.00   | 5 274.00    |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g     | 5 327.67   | 5 253.33    | 5 168.33    | 5 270.00   | 5 331.00    |
| Masa del árido suelto  | g     | 2 891.67   | 2 817.33    | 2 732.33    | 2 834.00   | 2 895.00    |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA)   | g/cm3 | <b>0.99</b>  | <b>0.96</b> | <b>0.94</b> | <b>0.97</b>  | <b>0.99</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 2   |       |  |             |             |  |             |
|--|-------|--|-------------|-------------|--|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>CEMENTO CHIMBORAZO</b> |       | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br><b>2 436.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>2 922.00 cm3</b> |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |       |  |             |             |  |             |
| DESCRIPCION  |       | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |  |             |
| ENSAYO N°  |       | 6  | 7           | 8           | 9  | 10          |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g     | 5 223.00   | 5 277.00    | 5 247.00    | 5 192.00   | 5 182.00    |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g     | 5 232.00   | 5 215.00    | 5 217.00    | 5 233.00   | 5 240.00    |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g     | 5 244.00   | 5 265.00    | 5 271.00    | 5 225.00   | 5 205.00    |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g     | 5 233.00   | 5 252.33    | 5 245.00    | 5 216.67   | 5 209.00    |
| Masa del árido suelto  | g     | 2 797.00   | 2 816.33    | 2 809.00    | 2 780.67   | 2 773.00    |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA)   | g/cm3 | <b>0.96</b>  | <b>0.96</b> | <b>0.96</b> | <b>0.95</b>  | <b>0.95</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 3   |       |  |             |             |  |             |
|--|-------|--|-------------|-------------|--|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>CEMENTO CHIMBORAZO</b> |       | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br><b>2 436.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>2 922.00 cm3</b> |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |       |  |             |             |  |             |
| DESCRIPCION  |       | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |  |             |
| ENSAYO N°  |       | 1  | 2           | 3           | 4  | 5           |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g     | 5 327.00   | 5 246.00    | 5 378.00    | 5 313.00   | 5 298.00    |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g     | 5 197.00   | 5 260.00    | 5 103.00    | 5 217.00   | 5 221.00    |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g     | 5 203.00   | 5 234.00    | 5 230.00    | 5 178.00   | 5 198.00    |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g     | 5 242.33   | 5 246.67    | 5 237.00    | 5 236.00   | 5 239.00    |
| Masa del árido suelto  | g     | 2 806.33   | 2 810.67    | 2 801.00    | 2 800.00   | 2 803.00    |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA)   | g/cm3 | <b>0.96</b>  | <b>0.96</b> | <b>0.96</b> | <b>0.96</b>  | <b>0.96</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>  |              |  |             |  |             |             |
|--|--------------|--|-------------|--|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>CEMENTO CHIMBORAZO</b> |              | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br><b>2 436.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>2 922.00 cm3</b> |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |              |  |             |  |             |             |
| <b>DESCRIPCION</b>   |              | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |  |             |             |
| <b>ENSAYO N°</b>   |              | <b>6</b>   | <b>7</b>    | <b>8</b>   | <b>9</b>    | <b>10</b>   |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g            | 5 223.00   | 5 269.00    | 5 250.00   | 5 320.00    | 5 289.00    |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g            | 5 250.00   | 5 237.00    | 5 278.00   | 5 240.00    | 5 248.00    |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g            | 5 250.00   | 5 270.00    | 5 274.00   | 5 230.00    | 5 210.00    |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g            | 5 241.00   | 5 258.67    | 5 267.33   | 5 263.33    | 5 249.00    |
| Masa del árido suelto  | g            | 2 805.00   | 2 822.67    | 2 831.33   | 2 827.33    | 2 813.00    |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA)</b>  | <b>g/cm3</b> | <b>0.96</b>  | <b>0.97</b> | <b>0.97</b>  | <b>0.97</b> | <b>0.96</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>  |              |  |             |  |             |             |
|--|--------------|--|-------------|--|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>CEMENTO CHIMBORAZO</b> |              | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br><b>2 436.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>2 922.00 cm3</b> |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |              |  |             |  |             |             |
| <b>DESCRIPCION</b>   |              | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |  |             |             |
| <b>ENSAYO N°</b>   |              | <b>1</b>   | <b>2</b>    | <b>3</b>   | <b>4</b>    | <b>5</b>    |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g            | 5 348.00   | 5 248.00    | 5 298.00   | 5 308.00    | 5 402.00    |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g            | 5 332.00   | 5 251.00    | 5 217.00   | 5 267.00    | 5 334.00    |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g            | 5 320.00   | 5 270.00    | 5 167.00   | 5 254.00    | 5 280.00    |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g            | 5 333.33   | 5 256.33    | 5 227.33   | 5 276.33    | 5 338.67    |
| Masa del árido suelto  | g            | 2 897.33   | 2 820.33    | 2 791.33   | 2 840.33    | 2 902.67    |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA)</b>  | <b>g/cm3</b> | <b>0.99</b>  | <b>0.97</b> | <b>0.96</b>  | <b>0.97</b> | <b>0.99</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>  |              |  |             |  |             |             |
|--|--------------|--|-------------|--|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>CEMENTO CHIMBORAZO</b> |              | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br><b>2 436.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>2 922.00 cm3</b> |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |              |  |             |  |             |             |
| <b>DESCRIPCION</b>   |              | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |  |             |             |
| <b>ENSAYO N°</b>   |              | <b>6</b>   | <b>7</b>    | <b>8</b>   | <b>9</b>    | <b>10</b>   |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g            | 5 223.00   | 5 277.00    | 5 247.00   | 5 302.00    | 5 278.00    |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g            | 5 232.00   | 5 230.00    | 5 272.00   | 5 233.00    | 5 240.00    |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g            | 5 244.00   | 5 265.00    | 5 271.00   | 5 225.00    | 5 206.00    |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g            | 5 233.00   | 5 257.33    | 5 263.33   | 5 253.33    | 5 241.33    |
| Masa del árido suelto  | g            | 2 797.00   | 2 821.33    | 2 827.33   | 2 817.33    | 2 805.33    |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA)</b>  | <b>g/cm3</b> | <b>0.96</b>  | <b>0.97</b> | <b>0.97</b>  | <b>0.96</b> | <b>0.96</b> |

## PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO

| INFORMACION GENERAL N° 1  |                         |   |             |             |             |             |
|---|-------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO<br>REALIZADOS SOBRE<br>CEMENTO CHIMBORAZO |                         | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO  |                         |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |                         | 1   | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Masa del cemento  | g                       | 64.00   | 64.00       | 64.00       | 64.00       | 64.00       |
| Lectura inicial   | cm <sup>3</sup>         | 0.20  | 0.20        | 0.10        | 0.60        | 0.30        |
| Lectura final   | cm <sup>3</sup>         | 20.30   | 21.10       | 20.10       | 20.80       | 21.60       |
| Resultado Lf - Lo   | cm <sup>3</sup>         | 20.10   | 20.90       | 20.00       | 20.20       | 21.30       |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>  | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>3.18</b>   | <b>3.06</b> | <b>3.20</b> | <b>3.17</b> | <b>3.00</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 2  |                         |   |             |             |             |             |
|---|-------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO<br>REALIZADOS SOBRE<br>CEMENTO CHIMBORAZO |                         | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO  |                         |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |                         | 6   | 7           | 8           | 9           | 10          |
| Masa del cemento  | g                       | 64.00   | 64.00       | 64.00       | 64.00       | 64.00       |
| Lectura inicial   | cm <sup>3</sup>         | 0.17  | 0.18        | 0.19        | 0.20        | 0.15        |
| Lectura final   | cm <sup>3</sup>         | 21.00   | 21.20       | 21.00       | 21.10       | 21.20       |
| Resultado Lf - Lo   | cm <sup>3</sup>         | 20.83   | 21.02       | 20.81       | 20.90       | 21.05       |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>  | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>3.07</b>   | <b>3.04</b> | <b>3.08</b> | <b>3.06</b> | <b>3.04</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 3  |                         |   |             |             |             |             |
|---|-------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO<br>REALIZADOS SOBRE<br>CEMENTO CHIMBORAZO |                         | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO  |                         |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |                         | 11  | 12          | 13          | 14          | 15          |
| Masa del cemento  | g                       | 64.00   | 64.00       | 64.00       | 64.00       | 64.00       |
| Lectura inicial   | cm <sup>3</sup>         | 0.15  | 0.18        | 0.16        | 0.12        | 0.15        |
| Lectura final   | cm <sup>3</sup>         | 21.00   | 22.00       | 21.30       | 21.20       | 21.00       |
| Resultado Lf - Lo   | cm <sup>3</sup>         | 20.85   | 21.82       | 21.14       | 21.08       | 20.85       |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>  | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>3.07</b>   | <b>2.93</b> | <b>3.03</b> | <b>3.04</b> | <b>3.07</b> |



| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>   |                         |                        |  |             |             |             |
|---|-------------------------|------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>CEMENTO CHIMBORAZO</b> |                         |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |                         |                        |  |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |             |             |             |
| ENSAYO N°   |                         | 16                     | 17   | 18          | 19          | 20          |
| Masa del cemento  | g                       | 64.00                  | 64.00  | 64.00       | 64.00       | 64.00       |
| Lectura inicial   | cm <sup>3</sup>         | 0.17                   | 0.15   | 0.17        | 0.19        | 0.13        |
| Lectura final   | cm <sup>3</sup>         | 21.00                  | 21.40  | 21.00       | 21.00       | 21.50       |
| Resultado Lf - Lo   | cm <sup>3</sup>         | 20.83                  | 21.25  | 20.83       | 20.81       | 21.37       |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>  | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>3.07</b>            | <b>3.01</b>  | <b>3.07</b> | <b>3.08</b> | <b>2.99</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>   |                         |                        |  |             |             |             |
|---|-------------------------|------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>CEMENTO CHIMBORAZO</b> |                         |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |                         |                        |  |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |             |             |             |
| ENSAYO N°   |                         | 21                     | 22   | 23          | 24          | 25          |
| Masa del cemento  | g                       | 64.00                  | 64.00  | 64.00       | 64.00       | 64.00       |
| Lectura inicial   | cm <sup>3</sup>         | 0.15                   | 0.16   | 0.18        | 0.18        | 0.20        |
| Lectura final   | cm <sup>3</sup>         | 21.00                  | 21.00  | 20.00       | 20.60       | 21.00       |
| Resultado Lf - Lo   | cm <sup>3</sup>         | 20.85                  | 20.84  | 19.82       | 20.42       | 20.80       |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>  | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>3.07</b>            | <b>3.07</b>  | <b>3.23</b> | <b>3.13</b> | <b>3.08</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>   |                         |                        |  |             |             |             |
|---|-------------------------|------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>CEMENTO CHIMBORAZO</b> |                         |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |                         |                        |  |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |             |             |             |
| ENSAYO N°   |                         | 26                     | 27   | 28          | 29          | 30          |
| Masa del cemento  | g                       | 64.00                  | 64.00  | 64.00       | 64.00       | 64.00       |
| Lectura inicial   | cm <sup>3</sup>         | 0.19                   | 0.20   | 0.21        | 0.20        | 0.20        |
| Lectura final   | cm <sup>3</sup>         | 21.20                  | 21.00  | 21.50       | 21.10       | 21.00       |
| Resultado Lf - Lo   | cm <sup>3</sup>         | 21.01                  | 20.80  | 21.29       | 20.90       | 20.80       |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>  | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>3.05</b>            | <b>3.08</b>  | <b>3.01</b> | <b>3.06</b> | <b>3.08</b> |

## MASA UNITARIA SUELTA ARENA DE RIO

| <b>INFORMACION GENERAL N° 1</b>   |   |   |             |  |             |             |
|---|---|---|-------------|--|-------------|-------------|
| <b>INFORME DE ENSAYOS DE:</b><br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>ARENA DE RIO(PENIPE)</b> |   | <b>TESIS:</b><br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>8 182.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>14 218.00 cm3</b> |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |   |   |             |  |             |             |
| <b>DESCRIPCION</b>  |   | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>   |             |  |             |             |
| <b>ENSAYO N°</b>  |   | <b>1</b>  | <b>2</b>    | <b>3</b>   | <b>4</b>    | <b>5</b>    |
| Masa 1= árido suelto +recipiente  | g | 31 750.00   | 31 900.00   | 32 000.00  | 31 850.00   | 31 950.00   |
| Masa 2= árido suelto + recipiente   | g | 31 850.00   | 31 800.00   | 31 850.00  | 31 900.00   | 31 900.00   |
| Masa 3= árido suelto + recipiente   | g | 31 800.00   | 31 950.00   | 31 850.00  | 31 800.00   | 31 850.00   |
| Promedio masa árido suelto + recipiente   | g | 31 800.00   | 31 883.33   | 31 900.00  | 31 850.00   | 31 900.00   |
| Masa del árido suelto   | g | 23 618.00   | 23 701.33   | 23 718.00  | 23 668.00   | 23 718.00   |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm3</b>   |   | <b>1.66</b>   | <b>1.67</b> | <b>1.67</b>  | <b>1.66</b> | <b>1.67</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 2</b>   |   |   |             |   |             |             |
|---|---|---|-------------|---|-------------|-------------|
| <b>INFORME DE ENSAYOS DE:</b><br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>ARENA DE RIO(PENIPE)</b> |   | <b>TESIS:</b><br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>8 182.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>14 218.00 cm3</b><br><b>NORMA INEN 858</b> |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |   |   |             |   |             |             |
| <b>DESCRIPCION</b>  |   | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>   |             |   |             |             |
| <b>ENSAYO N°</b>  |   | <b>6</b>  | <b>7</b>    | <b>8</b>  | <b>9</b>    | <b>10</b>   |
| Masa 1= árido suelto +recipiente  | g | 31 760.00   | 31 890.00   | 31 990.00   | 31 780.00   | 31 900.00   |
| Masa 2= árido suelto + recipiente   | g | 31 780.00   | 31 790.00   | 32 000.00   | 31 950.00   | 31 950.00   |
| Masa 3= árido suelto + recipiente   | g | 31 790.00   | 31 860.00   | 31 850.00   | 31 800.00   | 31 900.00   |
| Promedio masa árido suelto + recipiente   | g | 31 776.67   | 31 846.67   | 31 946.67   | 31 843.33   | 31 916.67   |
| Masa del árido suelto   | g | 23 594.67   | 23 664.67   | 23 764.67   | 23 661.33   | 23 734.67   |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm3</b>   |   | <b>1.66</b>   | <b>1.66</b> | <b>1.67</b>   | <b>1.66</b> | <b>1.67</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 3</b>  |              |  |             |             |  |             |
|--|--------------|--|-------------|-------------|--|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>ARENA DE RIO(PENIPE)</b> |              | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br/>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br/>DE CONCRETO ELABORADO CON<br/>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>8 182.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>14 218.00 cm3</b> |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |              |  |             |             |  |             |
| <b>DESCRIPCION</b>   |              | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |             |  |             |
| <b>ENSAYO N°</b>   |              | <b>11</b>  | <b>12</b>   | <b>13</b>   | <b>14</b>  | <b>15</b>   |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g            | 31 850.00  | 32 000.00   | 31 950.00   | 31 950.00  | 32 000.00   |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g            | 31 850.00  | 31 900.00   | 31 900.00   | 31 930.00  | 31 900.00   |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g            | 31 790.00  | 31 950.00   | 31 850.00   | 31 800.00  | 31 900.00   |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g            | 31 830.00  | 31 950.00   | 31 900.00   | 31 893.33  | 31 933.33   |
| Masa del árido suelto  | g            | 23 648.00  | 23 768.00   | 23 718.00   | 23 711.33  | 23 751.33   |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA)</b>  | <b>g/cm3</b> | <b>1.66</b>  | <b>1.67</b> | <b>1.67</b> | <b>1.67</b>  | <b>1.67</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>  |              |  |             |             |   |             |
|--|--------------|--|-------------|-------------|---|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>ARENA DE RIO(PENIPE)</b> |              | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br/>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br/>DE CONCRETO ELABORADO CON<br/>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>8 182.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>14 218.00 cm3</b><br><b>NORMA INEN 858</b> |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |              |  |             |             |   |             |
| <b>DESCRIPCION</b>   |              | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |             |   |             |
| <b>ENSAYO N°</b>   |              | <b>16</b>  | <b>17</b>   | <b>18</b>   | <b>19</b>   | <b>20</b>   |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g            | 31 850.00  | 31 950.00   | 32 100.00   | 31 980.00   | 31 960.00   |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g            | 31 900.00  | 31 850.00   | 31 900.00   | 31 950.00   | 31 950.00   |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g            | 31 830.00  | 31 960.00   | 31 900.00   | 31 870.00   | 31 900.00   |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g            | 31 860.00  | 31 920.00   | 31 966.67   | 31 933.33   | 31 936.67   |
| Masa del árido suelto  | g            | 23 678.00  | 23 738.00   | 23 784.67   | 23 751.33   | 23 754.67   |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA)</b>  | <b>g/cm3</b> | <b>1.67</b>  | <b>1.67</b> | <b>1.67</b> | <b>1.67</b>   | <b>1.67</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>  |   |  |             |             |  |             |
|--|---|--|-------------|-------------|--|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>ARENA DE RIO(PENIPE)</b> |   | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>8 182.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>14 218.00 cm3</b> |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |   |  |             |             |  |             |
| <b>DESCRIPCION</b>   |   | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |             |  |             |
| <b>ENSAYO N°</b>   |   | <b>21</b>  | <b>22</b>   | <b>23</b>   | <b>24</b>  | <b>25</b>   |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g | 31 800.00  | 31 930.00   | 32 100.00   | 31 900.00  | 31 980.00   |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g | 31 900.00  | 31 870.00   | 31 890.00   | 31 900.00  | 31 920.00   |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g | 31 870.00  | 31 970.00   | 31 900.00   | 31 800.00  | 31 860.00   |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g | 31 856.67  | 31 923.33   | 31 963.33   | 31 866.67  | 31 920.00   |
| Masa del árido suelto  | g | 23 674.67  | 23 741.33   | 23 781.33   | 23 684.67  | 23 738.00   |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm3</b>  |   | <b>1.67</b>  | <b>1.67</b> | <b>1.67</b> | <b>1.67</b>  | <b>1.67</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>  |   |  |             |             |   |             |
|--|---|--|-------------|-------------|---|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>ARENA DE RIO(PENIPE)</b> |   | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>8 182.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>14 218.00 cm3</b><br><b>NORMA INEN 858</b> |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |   |  |             |             |   |             |
| <b>DESCRIPCION</b>   |   | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |             |   |             |
| <b>ENSAYO N°</b>   |   | <b>26</b>  | <b>27</b>   | <b>28</b>   | <b>29</b>   | <b>30</b>   |
| Masa 1= árido suelto +recipiente   | g | 31 800.00  | 31 940.00   | 31 980.00   | 31 900.00   | 31 980.00   |
| Masa 2= árido suelto + recipiente  | g | 31 850.00  | 31 800.00   | 32 000.00   | 31 960.00   | 31 900.00   |
| Masa 3= árido suelto + recipiente  | g | 31 820.00  | 31 980.00   | 32 000.00   | 31 800.00   | 31 900.00   |
| Promedio masa árido suelto + recipiente  | g | 31 823.33  | 31 906.67   | 31 993.33   | 31 886.67   | 31 926.67   |
| Masa del árido suelto  | g | 23 641.33  | 23 724.67   | 23 811.33   | 23 704.67   | 23 744.67   |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm3</b>  |   | <b>1.66</b>  | <b>1.67</b> | <b>1.67</b> | <b>1.67</b>   | <b>1.67</b> |

## MASA UNITARIA SUELTA AGREGADO GRUESO

| INFORMACION GENERAL N° 1   |                        |  |           |           |   |  |
|--|------------------------|--|-----------|-----------|---|--|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br>MASA UNITARIA SUELTA AG. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |                        | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br>DE CONCRETO ELABORADO CON<br>MATERIAL RECICLADO |           |           | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br>7 050.00 g<br>VOLUMEN RECIPIENTE<br>14 750.00 cm <sup>3</sup> |  |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                        |  |           |           |   |  |
| DESCRIPCION  | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |           |           |   |  |
| ENSAYO N°  | 1                      | 2  | 3         | 4         | 5   |  |
| Masa 1= árido suelto +recipiente g   | 30 100.00              | 30 100.00  | 30 300.00 | 29 600.00 | 29 850.00   |  |
| Masa 2= árido suelto + recipiente g  | 29 850.00              | 30 100.00  | 30 000.00 | 29 700.00 | 29 750.00   |  |
| Masa 3= árido suelto + recipiente g  | 29 650.00              | 30 100.00  | 30 250.00 | 29 750.00 | 30 000.00   |  |
| Promedio masa árido suelto + recipiente g  | 29 866.67              | 30 100.00  | 30 183.33 | 29 683.33 | 29 866.67   |  |
| Masa del árido suelto g  | 22 816.67              | 23 050.00  | 23 133.33 | 22 633.33 | 22 816.67   |  |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm <sup>3</sup>   | 1.55                   | 1.56   | 1.57      | 1.53      | 1.55  |  |

| INFORMACION GENERAL N° 2   |                        |  |           |           |   |  |
|--|------------------------|--|-----------|-----------|---|--|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br>MASA UNITARIA SUELTA AG. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |                        | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br>DE CONCRETO ELABORADO CON<br>MATERIAL RECICLADO |           |           | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br>7 050.00 g<br>VOLUMEN RECIPIENTE<br>14 750.00 cm <sup>3</sup> |  |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                        |  |           |           |   |  |
| DESCRIPCION  | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |           |           |   |  |
| ENSAYO N°  | 6                      | 7  | 8         | 9         | 10  |  |
| Masa 1= árido suelto +recipiente g   | 29 650.00              | 29 650.00  | 29 950.00 | 29 750.00 | 29 850.00   |  |
| Masa 2= árido suelto + recipiente g  | 29 850.00              | 30 100.00  | 29 850.00 | 29 800.00 | 29 850.00   |  |
| Masa 3= árido suelto + recipiente g  | 29 950.00              | 29 700.00  | 30 000.00 | 29 900.00 | 30 000.00   |  |
| Promedio masa árido suelto + recipiente g  | 29 816.67              | 29 816.67  | 29 933.33 | 29 816.67 | 29 900.00   |  |
| Masa del árido suelto g  | 22 766.67              | 22 766.67  | 22 883.33 | 22 766.67 | 22 850.00   |  |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm <sup>3</sup>   | 1.54                   | 1.54   | 1.55      | 1.54      | 1.55  |  |

| INFORMACION GENERAL N° 3   |                        |  |           |           |   |  |
|--|------------------------|--|-----------|-----------|---|--|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br>MASA UNITARIA SUELTA AG. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |                        | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br>DE CONCRETO ELABORADO CON<br>MATERIAL RECICLADO |           |           | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br>7 050.00 g<br>VOLUMEN RECIPIENTE<br>14 750.00 cm <sup>3</sup> |  |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                        |  |           |           |   |  |
| DESCRIPCION  | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |           |           |   |  |
| ENSAYO N°  | 11                     | 12   | 13        | 14        | 15  |  |
| Masa 1= árido suelto +recipiente g   | 30 107.00              | 30 108.00  | 30 298.00 | 29 590.00 | 29 870.00   |  |
| Masa 2= árido suelto + recipiente g  | 29 870.00              | 30 102.00  | 31 000.00 | 29 800.00 | 29 700.00   |  |
| Masa 3= árido suelto + recipiente g  | 29 700.00              | 30 101.00  | 30 198.00 | 29 650.00 | 29 970.00   |  |
| Promedio masa árido suelto + recipiente g  | 29 892.33              | 30 103.67  | 30 498.67 | 29 680.00 | 29 846.67   |  |
| Masa del árido suelto g  | 22 842.33              | 23 053.67  | 23 448.67 | 22 630.00 | 22 796.67   |  |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm <sup>3</sup>   | 1.55                   | 1.56   | 1.59      | 1.53      | 1.55  |  |

| INFORMACION GENERAL N° 4   |                        |  |           |   |           |
|--|------------------------|--|-----------|---|-----------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA AG. GRUESO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>RIPIO - CERRO NEGRO</b> |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |           | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>7 050.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>14 750.00 cm<sup>3</sup></b> |           |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                        |  |           |   |           |
| DESCRIPCION  | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |           |   |           |
| ENSAYO N°  | 16                     | 17   | 18        | 19  | 20        |
| Masa 1= árido suelto +recipiente g   | 29 706.00              | 29 700.00  | 29 900.00 | 29 690.00   | 29 875.00 |
| Masa 2= árido suelto + recipiente g  | 28 860.00              | 30 103.00  | 29 879.00 | 29 803.00   | 29 857.00 |
| Masa 3= árido suelto + recipiente g  | 29 952.00              | 29 698.00  | 29 989.00 | 29 890.00   | 29 978.00 |
| Promedio masa árido suelto + recipiente g  | 29 506.00              | 29 833.67  | 29 922.67 | 29 794.33   | 29 903.33 |
| Masa del árido suelto g  | 22 456.00              | 22 783.67  | 22 872.67 | 22 744.33   | 22 853.33 |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm <sup>3</sup>   | 1.52                   | 1.54   | 1.55      | 1.54  | 1.55      |

| INFORMACION GENERAL N° 5   |                        |  |           |   |           |
|--|------------------------|--|-----------|---|-----------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA AG. GRUESO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>RIPIO - CERRO NEGRO</b> |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |           | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>7 050.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>14 750.00 cm<sup>3</sup></b> |           |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                        |  |           |   |           |
| DESCRIPCION  | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |           |   |           |
| ENSAYO N°  | 21                     | 22   | 23        | 24  | 25        |
| Masa 1= árido suelto +recipiente g   | 30 108.00              | 30 103.00  | 30 298.00 | 29 706.00   | 29 894.00 |
| Masa 2= árido suelto + recipiente g  | 29 860.00              | 30 101.00  | 29 998.00 | 29 803.00   | 29 784.00 |
| Masa 3= árido suelto + recipiente g  | 29 700.00              | 30 102.00  | 30 300.00 | 29 800.00   | 30 007.00 |
| Promedio masa árido suelto + recipiente g  | 29 889.33              | 30 102.00  | 30 198.67 | 29 769.67   | 29 895.00 |
| Masa del árido suelto g  | 22 839.33              | 23 052.00  | 23 148.67 | 22 719.67   | 22 845.00 |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm <sup>3</sup>   | 1.55                   | 1.56   | 1.57      | 1.54  | 1.55      |

| INFORMACION GENERAL N° 6   |                        |  |           |   |           |
|--|------------------------|--|-----------|---|-----------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA AG. GRUESO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>RIPIO - CERRO NEGRO</b> |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR</b><br><b>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES</b><br><b>DE CONCRETO ELABORADO CON</b><br><b>MATERIAL RECICLADO</b> |           | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>7 050.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>14 750.00 cm<sup>3</sup></b> |           |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                        |  |           |   |           |
| DESCRIPCION  | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |           |   |           |
| ENSAYO N°  | 26                     | 27   | 28        | 29  | 30        |
| Masa 1= árido suelto +recipiente g   | 29 700.00              | 29 700.00  | 29 900.00 | 29 760.00   | 29 900.00 |
| Masa 2= árido suelto + recipiente g  | 29 902.00              | 30 105.00  | 29 900.00 | 29 810.00   | 29 860.00 |
| Masa 3= árido suelto + recipiente g  | 29 970.00              | 29 802.00  | 30 001.00 | 29 904.00   | 30 005.00 |
| Promedio masa árido suelto + recipiente g  | 29 857.33              | 29 869.00  | 29 933.67 | 29 824.67   | 29 921.67 |
| Masa del árido suelto g  | 22 807.33              | 22 819.00  | 22 883.67 | 22 774.67   | 22 871.67 |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm <sup>3</sup>   | 1.55                   | 1.55   | 1.55      | 1.54  | 1.55      |

## PESO ESPECÍFICO ARENA DE RIO

| INFORMACION GENERAL N° 1   |                         |                        |   |             |             |             |
|--|-------------------------|------------------------|---|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |                         |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |                        |   |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 1                      | 2   | 3           | 4           | 5           |
| Masa picnómetro vacío  | g.                      | 404.00                 | 404.00  | 404.00      | 404.00      | 404.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS   | g.                      | 850.00                 | 732.00  | 764.00      | 814.00      | 782.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua  | g.                      | 1485.00                | 1414.00   | 1433.00     | 1470.00     | 1449.00     |
| Masa picnómetro calibrado  | g.                      | 1212.00                | 1212.00   | 1212.00     | 1212.00     | 1212.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g                       | 446.00                 | 328.00  | 360.00      | 410.00      | 378.00      |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 173.00                 | 126.00  | 139.00      | 152.00      | 141.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.58</b>            | <b>2.60</b>   | <b>2.59</b> | <b>2.70</b> | <b>2.68</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 2   |                         |                        |   |             |             |             |
|--|-------------------------|------------------------|---|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |                         |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |                        |   |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 6                      | 7   | 8           | 9           | 10          |
| Masa picnómetro vacío  | g.                      | 404.00                 | 404.00  | 404.00      | 404.00      | 404.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS   | g.                      | 856.00                 | 742.00  | 764.00      | 832.00      | 742.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua  | g.                      | 1492.00                | 1422.00   | 1437.00     | 1478.00     | 1423.00     |
| Masa picnómetro calibrado  | g.                      | 1212.00                | 1212.00   | 1212.00     | 1212.00     | 1212.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g                       | 452.00                 | 338.00  | 360.00      | 428.00      | 338.00      |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 172.00                 | 128.00  | 135.00      | 162.00      | 127.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.63</b>            | <b>2.64</b>   | <b>2.67</b> | <b>2.64</b> | <b>2.66</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 3   |                         |                        |   |             |             |             |
|--|-------------------------|------------------------|---|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |                         |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |                        |   |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 11                     | 12  | 13          | 14          | 15          |
| Masa picnómetro vacío  | g.                      | 404.00                 | 404.00  | 404.00      | 404.00      | 404.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS   | g.                      | 843.00                 | 726.00  | 756.00      | 813.00      | 699.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua  | g.                      | 1487.00                | 1414.00   | 1433.00     | 1467.00     | 1397.00     |
| Masa picnómetro calibrado  | g.                      | 1212.00                | 1212.00   | 1212.00     | 1212.00     | 1212.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g                       | 439.00                 | 322.00  | 352.00      | 409.00      | 295.00      |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 164.00                 | 120.00  | 131.00      | 154.00      | 110.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.68</b>            | <b>2.68</b>   | <b>2.69</b> | <b>2.66</b> | <b>2.68</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>  |                         |                        |  |             |             |             |
|--|-------------------------|------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>ARENA DE RIO (PENIPE)</b> |                         |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |                         |                        |  |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 16                     | 17   | 18          | 19          | 20          |
| Masa picnómetro vacío  | g.                      | 404.00                 | 404.00   | 404.00      | 404.00      | 404.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS   | g.                      | 845.00                 | 723.00   | 754.00      | 812.00      | 768.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua  | g.                      | 1485.00                | 1408.00  | 1428.00     | 1465.00     | 1437.00     |
| Masa picnómetro calibrado  | g.                      | 1212.00                | 1212.00  | 1212.00     | 1212.00     | 1212.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g.                      | 441.00                 | 319.00   | 350.00      | 408.00      | 364.00      |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 168.00                 | 123.00   | 134.00      | 155.00      | 139.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.63</b>            | <b>2.59</b>  | <b>2.61</b> | <b>2.63</b> | <b>2.62</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>  |                         |                        |  |             |             |             |
|--|-------------------------|------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>ARENA DE RIO (PENIPE)</b> |                         |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |                         |                        |  |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 21                     | 22   | 23          | 24          | 25          |
| Masa picnómetro vacío  | g.                      | 404.00                 | 404.00   | 404.00      | 404.00      | 404.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS   | g.                      | 832.00                 | 726.00   | 753.00      | 809.00      | 781.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua  | g.                      | 1478.00                | 1406.00  | 1429.00     | 1466.00     | 1447.00     |
| Masa picnómetro calibrado  | g.                      | 1212.00                | 1212.00  | 1212.00     | 1212.00     | 1212.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g.                      | 428.00                 | 322.00   | 349.00      | 405.00      | 377.00      |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 162.00                 | 128.00   | 132.00      | 151.00      | 142.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.64</b>            | <b>2.52</b>  | <b>2.64</b> | <b>2.68</b> | <b>2.65</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>  |                         |                        |  |             |             |             |
|--|-------------------------|------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>ARENA DE RIO (PENIPE)</b> |                         |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |                         |                        |  |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 26                     | 27   | 28          | 29          | 30          |
| Masa picnómetro vacío  | g.                      | 404.00                 | 404.00   | 404.00      | 404.00      | 404.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS   | g.                      | 848.00                 | 729.00   | 769.00      | 801.00      | 777.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua  | g.                      | 1488.00                | 1413.00  | 1435.00     | 1471.00     | 1455.00     |
| Masa picnómetro calibrado  | g.                      | 1212.00                | 1212.00  | 1212.00     | 1212.00     | 1212.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g.                      | 444.00                 | 325.00   | 365.00      | 397.00      | 373.00      |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 168.00                 | 124.00   | 142.00      | 138.00      | 130.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.64</b>            | <b>2.62</b>  | <b>2.57</b> | <b>2.88</b> | <b>2.87</b> |



## PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO

| INFORMACION GENERAL N° 1   |                         |  |             |             |             |             |
|--|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>RIPIO - CERRO NEGRO</b> |                         | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 1  | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Masa del Recipiente  | g.                      | 181.00   | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa del recipiente + Arido en SSS   | g.                      | 2023.00  | 2010.00     | 1819.00     | 1950.00     | 2033.00     |
| Masa de la canastilla sumergida en agua  | g.                      | 780.00   | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa de la canastilla + árido sumergido  | g                       | 1913.00  | 1913.00     | 1791.00     | 1871.00     | 1925.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g                       | 1842.00  | 1829.00     | 1638.00     | 1769.00     | 1852.00     |
| Masa del Árido en agua   | g                       | 1133.00  | 1133.00     | 1011.00     | 1091.00     | 1145.00     |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 709.00   | 696.00      | 627.00      | 678.00      | 707.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.60</b>  | <b>2.63</b> | <b>2.61</b> | <b>2.61</b> | <b>2.62</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 2   |                         |  |             |             |             |             |
|--|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>RIPIO - CERRO NEGRO</b> |                         | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 6  | 7           | 8           | 9           | 10          |
| Masa del Recipiente  | g.                      | 181.00   | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa del recipiente + Arido en SSS   | g.                      | 1963.00  | 1849.00     | 1996.00     | 2028.00     | 2008.00     |
| Masa de la canastilla sumergida en agua  | g.                      | 780.00   | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa de la canastilla + árido sumergido  | g                       | 1876.00  | 1807.00     | 1897.00     | 1921.00     | 1911.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g                       | 1782.00  | 1668.00     | 1815.00     | 1847.00     | 1827.00     |
| Masa del Árido en agua   | g                       | 1096.00  | 1027.00     | 1117.00     | 1141.00     | 1131.00     |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 686.00   | 641.00      | 698.00      | 706.00      | 696.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.60</b>  | <b>2.60</b> | <b>2.60</b> | <b>2.62</b> | <b>2.63</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 3   |                         |  |             |             |             |             |
|--|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>RIPIO - CERRO NEGRO</b> |                         | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 11   | 12          | 13          | 14          | 15          |
| Masa del Recipiente  | g.                      | 181.00   | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa del recipiente + Arido en SSS   | g.                      | 2020.00  | 2008.00     | 1820.00     | 1980.00     | 1819.00     |
| Masa de la canastilla sumergida en agua  | g.                      | 780.00   | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa de la canastilla + árido sumergido  | g                       | 1915.00  | 1912.00     | 1803.00     | 1893.00     | 1910.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g                       | 1839.00  | 1821.00     | 1660.00     | 1805.00     | 1830.00     |
| Masa del Árido en agua   | g                       | 1135.00  | 1132.00     | 1023.00     | 1113.00     | 1130.00     |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 704.00   | 689.00      | 637.00      | 692.00      | 700.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.61</b>  | <b>2.64</b> | <b>2.61</b> | <b>2.61</b> | <b>2.61</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 4   |                         |  |             |             |             |             |
|--|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>RIPIO - CERRO NEGRO</b> |                         | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 16   | 17          | 18          | 19          | 20          |
| Masa del Recipiente  | g.                      | 181.00   | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g.                      | 1867.00  | 1905.00     | 2001.00     | 2015.00     | 1998.00     |
| Masa de la canastilla sumergida en agua  | g.                      | 780.00   | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa de la canastilla + árido sumergido  | g.                      | 1895.00  | 1806.00     | 1895.00     | 1910.00     | 1907.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g.                      | 1805.00  | 1656.00     | 1799.00     | 1834.00     | 1817.00     |
| Masa del Árido en agua   | g.                      | 1115.00  | 1026.00     | 1115.00     | 1130.00     | 1127.00     |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 690.00   | 630.00      | 684.00      | 704.00      | 690.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.62</b>  | <b>2.63</b> | <b>2.63</b> | <b>2.61</b> | <b>2.63</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 5   |                         |  |             |             |             |             |
|--|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>RIPIO - CERRO NEGRO</b> |                         | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 21   | 22          | 23          | 24          | 25          |
| Masa del Recipiente  | g.                      | 181.00   | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g.                      | 1998.00  | 2017.00     | 1987.00     | 1978.00     | 2005.00     |
| Masa de la canastilla sumergida en agua  | g.                      | 780.00   | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa de la canastilla + árido sumergido  | g.                      | 1903.00  | 1913.00     | 1890.00     | 1890.00     | 1906.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g.                      | 1817.00  | 1836.00     | 1806.00     | 1797.00     | 1824.00     |
| Masa del Árido en agua   | g.                      | 1123.00  | 1133.00     | 1110.00     | 1110.00     | 1126.00     |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 694.00   | 703.00      | 696.00      | 687.00      | 698.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.62</b>  | <b>2.61</b> | <b>2.59</b> | <b>2.62</b> | <b>2.61</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 6   |                         |  |             |             |             |             |
|--|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>RIPIO - CERRO NEGRO</b> |                         | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES</b><br><b>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL</b><br><b>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 26   | 27          | 28          | 29          | 30          |
| Masa del Recipiente  | g.                      | 181.00   | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g.                      | 1963.00  | 1849.00     | 1996.00     | 2028.00     | 2008.00     |
| Masa de la canastilla sumergida en agua  | g.                      | 780.00   | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa de la canastilla + árido sumergido  | g.                      | 1880.00  | 1810.00     | 1902.00     | 1921.00     | 1911.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g.                      | 1782.00  | 1668.00     | 1815.00     | 1847.00     | 1827.00     |
| Masa del Árido en agua   | g.                      | 1100.00  | 1030.00     | 1122.00     | 1141.00     | 1131.00     |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 682.00   | 638.00      | 693.00      | 706.00      | 696.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>2.61</b>  | <b>2.61</b> | <b>2.62</b> | <b>2.62</b> | <b>2.63</b> |

## CAPACIDAD DE ABSORCIÓN ARENA DE RIO

| <b>INFORMACION GENERAL N° 1</b>   |          |  |   |             |             |             |             |
|---|----------|--|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |          |  | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |          |  |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |          |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |          |  | 1   | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Masa del Recipiente   | g.       |  | 173.00  | 173.00      | 169.00      | 151.00      | 646.00      |
| Masa del recipiente + Arido en SSS  | g.       |  | 955.00  | 974.00      | 1 062.00    | 969.00      | 1 367.00    |
| Masa del árido seco + recipiente  | g.       |  | 940.00  | 957.00      | 1 046.00    | 953.00      | 1 351.00    |
| Masa del Árido en SSS   | g        |  | 782.00  | 801.00      | 893.00      | 818.00      | 721.00      |
| Masa del Árido Seco   | g        |  | 767.00  | 784.00      | 877.00      | 802.00      | 705.00      |
| Masa del agua contenida en el Árido   | g        |  | 15.00   | 17.00       | 16.00       | 16.00       | 16.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>   | <b>%</b> |  | <b>1.96</b>   | <b>2.17</b> | <b>1.82</b> | <b>2.00</b> | <b>2.27</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 2</b>   |          |  |   |             |             |             |             |
|---|----------|--|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |          |  | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |          |  |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |          |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |          |  | 6   | 7           | 8           | 9           | 10          |
| Masa del Recipiente   | g.       |  | 165.00  | 176.00      | 178.00      | 163.00      | 702.00      |
| Masa del recipiente + Arido en SSS  | g.       |  | 953.00  | 963.00      | 1 067.00    | 967.00      | 1 373.00    |
| Masa del árido seco + recipiente  | g.       |  | 936.00  | 947.00      | 1 050.00    | 952.00      | 1 360.00    |
| Masa del Árido en SSS   | g        |  | 788.00  | 787.00      | 889.00      | 804.00      | 671.00      |
| Masa del Árido Seco   | g        |  | 771.00  | 771.00      | 872.00      | 789.00      | 658.00      |
| Masa del agua contenida en el Árido   | g        |  | 17.00   | 16.00       | 17.00       | 15.00       | 13.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>   | <b>%</b> |  | <b>2.20</b>   | <b>2.08</b> | <b>1.95</b> | <b>1.90</b> | <b>1.98</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 3</b>   |          |  |   |             |             |             |             |
|---|----------|--|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |          |  | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |          |  |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |          |  | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |          |  | 11  | 12          | 13          | 14          | 15          |
| Masa del Recipiente   | g.       |  | 186.00  | 175.00      | 168.00      | 149.00      | 653.00      |
| Masa del recipiente + Arido en SSS  | g.       |  | 957.00  | 975.00      | 1 064.00    | 970.00      | 1 360.00    |
| Masa del árido seco + recipiente  | g.       |  | 939.00  | 956.00      | 1 047.00    | 952.00      | 1 348.00    |
| Masa del Árido en SSS   | g        |  | 771.00  | 800.00      | 896.00      | 821.00      | 707.00      |
| Masa del Árido Seco   | g        |  | 753.00  | 781.00      | 879.00      | 803.00      | 695.00      |
| Masa del agua contenida en el Árido   | g        |  | 18.00   | 19.00       | 17.00       | 18.00       | 12.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>   | <b>%</b> |  | <b>2.39</b>   | <b>2.43</b> | <b>1.93</b> | <b>2.24</b> | <b>1.73</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>   |    |   |             |             |             |             |
|---|----|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |    | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |    |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |    | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |    | 16  | 17          | 18          | 19          | 20          |
| Masa del Recipiente   | g. | 182.00  | 173.00      | 166.00      | 149.00      | 638.00      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS  | g. | 954.00  | 964.00      | 1 062.00    | 969.00      | 1 367.00    |
| Masa del árido seco + recipiente  | g. | 939.00  | 950.00      | 1 045.00    | 953.00      | 1 351.00    |
| Masa del Árido en SSS   | g  | 772.00  | 791.00      | 896.00      | 820.00      | 729.00      |
| Masa del Árido Seco   | g  | 757.00  | 777.00      | 879.00      | 804.00      | 713.00      |
| Masa del agua contenida en el Árido   | g  | 15.00   | 14.00       | 17.00       | 16.00       | 16.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>   | %  | <b>1.98</b>   | <b>1.80</b> | <b>1.93</b> | <b>1.99</b> | <b>2.24</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>   |    |   |             |             |             |             |
|---|----|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |    | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |    |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |    | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |    | 21  | 22          | 23          | 24          | 25          |
| Masa del Recipiente   | g. | 169.00  | 172.00      | 175.00      | 181.00      | 589.00      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS  | g. | 945.00  | 972.00      | 1 059.00    | 972.00      | 1 369.00    |
| Masa del árido seco + recipiente  | g. | 927.00  | 955.00      | 1 041.00    | 953.00      | 1 352.00    |
| Masa del Árido en SSS   | g  | 776.00  | 800.00      | 884.00      | 791.00      | 780.00      |
| Masa del Árido Seco   | g  | 758.00  | 783.00      | 866.00      | 772.00      | 763.00      |
| Masa del agua contenida en el Árido   | g  | 18.00   | 17.00       | 18.00       | 19.00       | 17.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>   | %  | <b>2.37</b>   | <b>2.17</b> | <b>2.08</b> | <b>2.46</b> | <b>2.23</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>   |    |   |             |             |             |             |
|---|----|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |    | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |    |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |    | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |    | 26  | 27          | 28          | 29          | 30          |
| Masa del Recipiente   | g. | 169.00  | 187.00      | 169.00      | 152.00      | 643.00      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS  | g. | 953.00  | 972.00      | 1 055.00    | 959.00      | 1 376.00    |
| Masa del árido seco + recipiente  | g. | 938.00  | 956.00      | 1 036.00    | 939.00      | 1 356.00    |
| Masa del Árido en SSS   | g  | 784.00  | 785.00      | 886.00      | 807.00      | 733.00      |
| Masa del Árido Seco   | g  | 769.00  | 769.00      | 867.00      | 787.00      | 713.00      |
| Masa del agua contenida en el Árido   | g  | 15.00   | 16.00       | 19.00       | 20.00       | 20.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>   | %  | <b>1.95</b>   | <b>2.08</b> | <b>2.19</b> | <b>2.54</b> | <b>2.81</b> |

## CAPACIDAD DE ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO

| <b>INFORMACION GENERAL N° 1</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD ABSORCIÓN A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 1   | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Masa del Recipiente  | g.       | 202.00  | 164.00      | 188.00      | 168.00      | 169.00      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g.       | 1 487.00  | 1 327.00    | 1 329.00    | 1 377.00    | 1 362.00    |
| Masa del árido seco + recipiente   | g.       | 1 460.00  | 1 301.00    | 1 304.00    | 1 350.00    | 1 333.00    |
| Masa del Árido en SSS  | g        | 1 285.00  | 1 163.00    | 1 141.00    | 1 209.00    | 1 193.00    |
| Masa del Árido Seco  | g        | 1 258.00  | 1 137.00    | 1 116.00    | 1 182.00    | 1 164.00    |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g        | 27.00   | 26.00       | 25.00       | 27.00       | 29.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | <b>%</b> | <b>2.15</b>   | <b>2.29</b> | <b>2.24</b> | <b>2.28</b> | <b>2.49</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 2</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD ABSORCIÓN A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 6   | 7           | 8           | 9           | 10          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 178.00  | 176.00      | 181.00      | 171.00      | 270.00      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g.       | 1 330.00  | 1 464.00    | 1 334.00    | 1 541.00    | 1 621.00    |
| Masa del árido seco + recipiente   | g.       | 1 305.00  | 1 436.00    | 1 312.00    | 1 508.00    | 1 590.00    |
| Masa del Árido en SSS  | g        | 1 152.00  | 1 288.00    | 1 153.00    | 1 370.00    | 1 351.00    |
| Masa del Árido Seco  | g        | 1 127.00  | 1 260.00    | 1 131.00    | 1 337.00    | 1 320.00    |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g        | 25.00   | 28.00       | 22.00       | 33.00       | 31.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | <b>%</b> | <b>2.22</b>   | <b>2.22</b> | <b>1.95</b> | <b>2.47</b> | <b>2.35</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 3</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD ABSORCIÓN A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 11  | 12          | 13          | 14          | 15          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 186.00  | 179.00      | 188.00      | 170.00      | 168.00      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g.       | 1 305.00  | 1 312.00    | 1 329.00    | 1 380.00    | 1 323.00    |
| Masa del árido seco + recipiente   | g.       | 1 278.00  | 1 285.00    | 1 304.00    | 1 352.00    | 1 301.00    |
| Masa del Árido en SSS  | g        | 1 119.00  | 1 133.00    | 1 141.00    | 1 210.00    | 1 155.00    |
| Masa del Árido Seco  | g        | 1 092.00  | 1 106.00    | 1 116.00    | 1 182.00    | 1 133.00    |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g        | 27.00   | 27.00       | 25.00       | 28.00       | 22.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | <b>%</b> | <b>2.47</b>   | <b>2.44</b> | <b>2.24</b> | <b>2.37</b> | <b>1.94</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD ABSORCIÓN A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 16  | 17          | 18          | 19          | 20          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 181.00  | 179.00      | 183.00      | 173.00      | 199.00      |
| Masa del recipiente + Arido en SSS   | g.       | 1 325.00  | 1 455.00    | 1 323.00    | 1 345.00    | 1 621.00    |
| Masa del árido seco + recipiente   | g.       | 1 299.00  | 1 426.00    | 1 297.00    | 1 323.00    | 1 590.00    |
| Masa del Árido en SSS  | g.       | 1 144.00  | 1 276.00    | 1 140.00    | 1 172.00    | 1 422.00    |
| Masa del Árido Seco  | g.       | 1 118.00  | 1 247.00    | 1 114.00    | 1 150.00    | 1 391.00    |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g.       | 26.00   | 29.00       | 26.00       | 22.00       | 31.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | <b>%</b> | <b>2.33</b>   | <b>2.33</b> | <b>2.33</b> | <b>1.91</b> | <b>2.23</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD ABSORCIÓN A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 21  | 22          | 23          | 24          | 25          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 198.00  | 172.00      | 187.00      | 171.00      | 170.00      |
| Masa del recipiente + Arido en SSS   | g.       | 1 476.00  | 1 330.00    | 1 341.00    | 1 356.00    | 1 362.00    |
| Masa del árido seco + recipiente   | g.       | 1 450.00  | 1 301.00    | 1 315.00    | 1 324.00    | 1 332.00    |
| Masa del Árido en SSS  | g.       | 1 278.00  | 1 158.00    | 1 154.00    | 1 185.00    | 1 192.00    |
| Masa del Árido Seco  | g.       | 1 252.00  | 1 129.00    | 1 128.00    | 1 153.00    | 1 162.00    |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g.       | 26.00   | 29.00       | 26.00       | 32.00       | 30.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | <b>%</b> | <b>2.08</b>   | <b>2.57</b> | <b>2.30</b> | <b>2.78</b> | <b>2.58</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD ABSORCIÓN A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO - CERRO NEGRO |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 26  | 27          | 28          | 29          | 30          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 187.00  | 182.00      | 180.00      | 185.00      | 198.00      |
| Masa del recipiente + Arido en SSS   | g.       | 1 331.00  | 1 454.00    | 1 332.00    | 1 542.00    | 1 623.00    |
| Masa del árido seco + recipiente   | g.       | 1 303.00  | 1 428.00    | 1 307.00    | 1 510.00    | 1 589.00    |
| Masa del Árido en SSS  | g.       | 1 144.00  | 1 272.00    | 1 152.00    | 1 357.00    | 1 425.00    |
| Masa del Árido Seco  | g.       | 1 116.00  | 1 246.00    | 1 127.00    | 1 325.00    | 1 391.00    |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g.       | 28.00   | 26.00       | 25.00       | 32.00       | 34.00       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | <b>%</b> | <b>2.51</b>   | <b>2.09</b> | <b>2.22</b> | <b>2.42</b> | <b>2.44</b> |

## CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO Y GRUESO

| <b>INFORMACION GENERAL N° 1</b>   |          |  |             |             |             |             |
|---|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |          | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |          |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |          | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |          | 1  | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Masa del Recipiente   | g.       | 877.00   | 904.00      | 877.00      | 876.00      | 544.00      |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g.       | 1 622.00   | 1 737.00    | 1 740.00    | 1 752.00    | 1 659.00    |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g.       | 1 584.00   | 1 693.00    | 1 692.00    | 1 702.00    | 1 598.00    |
| Masa del Árido Húmedo   | g        | 745.00   | 833.00      | 863.00      | 876.00      | 1 115.00    |
| Masa del Árido Seco   | g        | 707.00   | 789.00      | 815.00      | 826.00      | 1 054.00    |
| Masa del Agua   | g        | 38.00  | 44.00       | 48.00       | 50.00       | 61.00       |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>   | <b>%</b> | <b>5.37</b>  | <b>5.58</b> | <b>5.89</b> | <b>6.05</b> | <b>5.79</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 2</b>   |          |  |             |             |             |             |
|---|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |          | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |          |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |          | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |          | 6  | 7           | 8           | 9           | 10          |
| Masa del Recipiente   | g.       | 954.00   | 896.00      | 856.00      | 867.00      | 539.00      |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g.       | 1 620.00   | 1 732.00    | 1 739.00    | 1 749.00    | 1 649.00    |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g.       | 1 583.00   | 1 678.00    | 1 693.00    | 1 702.00    | 1 598.00    |
| Masa del Árido Húmedo   | g        | 666.00   | 836.00      | 883.00      | 882.00      | 1 110.00    |
| Masa del Árido Seco   | g        | 629.00   | 782.00      | 837.00      | 835.00      | 1 059.00    |
| Masa del Agua   | g        | 37.00  | 54.00       | 46.00       | 47.00       | 51.00       |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>   | <b>%</b> | <b>5.88</b>  | <b>6.91</b> | <b>5.50</b> | <b>5.63</b> | <b>4.82</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 3</b>   |          |  |             |             |             |             |
|---|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |          | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |          |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |          | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |          | 11   | 12          | 13          | 14          | 15          |
| Masa del Recipiente   | g.       | 867.00   | 902.00      | 893.00      | 857.00      | 524.00      |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g.       | 1 622.00   | 1 738.00    | 1 740.00    | 1 754.00    | 1 660.00    |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g.       | 1 578.00   | 1 698.00    | 1 698.00    | 1 703.00    | 1 597.00    |
| Masa del Árido Húmedo   | g        | 755.00   | 836.00      | 847.00      | 897.00      | 1 136.00    |
| Masa del Árido Seco   | g        | 711.00   | 796.00      | 805.00      | 846.00      | 1 073.00    |
| Masa del Agua   | g        | 44.00  | 40.00       | 42.00       | 51.00       | 63.00       |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>   | <b>%</b> | <b>6.19</b>  | <b>5.03</b> | <b>5.22</b> | <b>6.03</b> | <b>5.87</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 4  |    |                        |   |          |          |          |
|---|----|------------------------|---|----------|----------|----------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |    |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |          |          |          |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO  |    |                        |   |          |          |          |
| DESCRIPCIÓN   |    | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |          |          |          |
| ENSAYO N°   |    | 16                     | 17  | 18       | 19       | 20       |
| Masa del Recipiente   | g. | 872.00                 | 902.00  | 863.00   | 864.00   | 532.00   |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g. | 1 621.00               | 1 735.00  | 1 742.00 | 1 754.00 | 1 660.00 |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g. | 1 576.00               | 1 685.00  | 1 689.00 | 1 700.00 | 1 593.00 |
| Masa del Árido Húmedo   | g  | 749.00                 | 833.00  | 879.00   | 890.00   | 1 128.00 |
| Masa del Árido Seco   | g  | 704.00                 | 783.00  | 826.00   | 836.00   | 1 061.00 |
| Masa del Agua   | g  | 45.00                  | 50.00   | 53.00    | 54.00    | 67.00    |
| CONTENIDO DE HUMEDAD  | %  | 6.39                   | 6.39  | 6.42     | 6.46     | 6.31     |

| INFORMACION GENERAL N° 5  |    |                        |   |          |          |          |
|---|----|------------------------|---|----------|----------|----------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |    |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |          |          |          |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO  |    |                        |   |          |          |          |
| DESCRIPCIÓN   |    | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |          |          |          |
| ENSAYO N°   |    | 21                     | 22  | 23       | 24       | 25       |
| Masa del Recipiente   | g. | 826.00                 | 901.00  | 877.00   | 873.00   | 543.00   |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g. | 1 598.00               | 1 733.00  | 1 739.00 | 1 761.00 | 1 660.00 |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g. | 1 552.00               | 1 684.00  | 1 687.00 | 1 707.00 | 1 594.00 |
| Masa del Árido Húmedo   | g  | 772.00                 | 832.00  | 862.00   | 888.00   | 1 117.00 |
| Masa del Árido Seco   | g  | 726.00                 | 783.00  | 810.00   | 834.00   | 1 051.00 |
| Masa del Agua   | g  | 46.00                  | 49.00   | 52.00    | 54.00    | 66.00    |
| CONTENIDO DE HUMEDAD  | %  | 6.34                   | 6.26  | 6.42     | 6.47     | 6.28     |

| INFORMACION GENERAL N° 6  |    |                        |   |          |          |          |
|---|----|------------------------|---|----------|----------|----------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. FINO<br>REALIZADOS SOBRE<br>ARENA DE RIO (PENIPE) |    |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |          |          |          |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO  |    |                        |   |          |          |          |
| DESCRIPCIÓN   |    | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |          |          |          |
| ENSAYO N°   |    | 26                     | 27  | 28       | 29       | 30       |
| Masa del Recipiente   | g. | 876.00                 | 902.00  | 976.00   | 875.00   | 543.00   |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g. | 1 623.00               | 1 736.00  | 1 738.00 | 1 752.00 | 1 658.00 |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g. | 1 580.00               | 1 687.00  | 1 693.00 | 1 700.00 | 1 590.00 |
| Masa del Árido Húmedo   | g  | 747.00                 | 834.00  | 762.00   | 877.00   | 1 115.00 |
| Masa del Árido Seco   | g  | 704.00                 | 785.00  | 717.00   | 825.00   | 1 047.00 |
| Masa del Agua   | g  | 43.00                  | 49.00   | 45.00    | 52.00    | 68.00    |
| CONTENIDO DE HUMEDAD  | %  | 6.11                   | 6.24  | 6.28     | 6.30     | 6.49     |



| <b>INFORMACION GENERAL N° 1</b>   |          |                        |  |             |             |             |
|---|----------|------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO CERRO NEGRO |          |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |          |                        |  |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |          | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |             |             |             |
| ENSAYO N°   |          | 1                      | 2  | 3           | 4           | 5           |
| Masa del Recipiente   | g.       | 354.00                 | 298.00   | 544.00      | 545.00      | 394.00      |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g.       | 2 003.00               | 2 269.00   | 2 513.00    | 2 511.00    | 2 541.00    |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g.       | 1 995.00               | 2 256.00   | 2 505.00    | 2 505.00    | 2 532.00    |
| Masa del Árido Húmedo   | g.       | 1 649.00               | 1 971.00   | 1 969.00    | 1 966.00    | 2 147.00    |
| Masa del Árido Seco   | g.       | 1 641.00               | 1 958.00   | 1 961.00    | 1 960.00    | 2 138.00    |
| Masa del Agua   | g.       | 8.00                   | 13.00  | 8.00        | 6.00        | 9.00        |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>   | <b>%</b> | <b>0.49</b>            | <b>0.66</b>  | <b>0.41</b> | <b>0.31</b> | <b>0.42</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 2</b>   |          |                        |  |             |             |             |
|---|----------|------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO CERRO NEGRO |          |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |          |                        |  |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |          | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |             |             |             |
| ENSAYO N°   |          | 6                      | 7  | 8           | 9           | 10          |
| Masa del Recipiente   | g.       | 353.00                 | 297.00   | 544.00      | 545.00      | 394.00      |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g.       | 2 187.00               | 2 265.00   | 2 512.00    | 2 513.00    | 2 543.00    |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g.       | 2 177.00               | 2 254.00   | 2 500.00    | 2 500.00    | 2 529.00    |
| Masa del Árido Húmedo   | g.       | 1 834.00               | 1 968.00   | 1 968.00    | 1 968.00    | 2 149.00    |
| Masa del Árido Seco   | g.       | 1 824.00               | 1 957.00   | 1 956.00    | 1 955.00    | 2 135.00    |
| Masa del Agua   | g.       | 10.00                  | 11.00  | 12.00       | 13.00       | 14.00       |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>   | <b>%</b> | <b>0.55</b>            | <b>0.56</b>  | <b>0.61</b> | <b>0.66</b> | <b>0.66</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 3</b>   |          |                        |  |             |             |             |
|---|----------|------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO CERRO NEGRO |          |                        | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |          |                        |  |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |          | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |             |             |             |
| ENSAYO N°   |          | 11                     | 12   | 13          | 14          | 15          |
| Masa del Recipiente   | g.       | 345.00                 | 276.00   | 544.00      | 545.00      | 394.00      |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g.       | 2 178.00               | 2 267.00   | 2 513.00    | 2 510.00    | 2 545.00    |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g.       | 2 160.00               | 2 254.00   | 2 500.00    | 2 495.00    | 2 525.00    |
| Masa del Árido Húmedo   | g.       | 1 833.00               | 1 991.00   | 1 969.00    | 1 965.00    | 2 151.00    |
| Masa del Árido Seco   | g.       | 1 815.00               | 1 978.00   | 1 956.00    | 1 950.00    | 2 131.00    |
| Masa del Agua   | g.       | 18.00                  | 13.00  | 13.00       | 15.00       | 20.00       |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>   | <b>%</b> | <b>0.99</b>            | <b>0.66</b>  | <b>0.66</b> | <b>0.77</b> | <b>0.94</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>   |    |                        |   |          |          |          |
|---|----|------------------------|---|----------|----------|----------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO CERRO NEGRO |    |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |          |          |          |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |    |                        |   |          |          |          |
| DESCRIPCIÓN   |    | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |          |          |          |
| ENSAYO N°   |    | 16                     | 17  | 18       | 19       | 20       |
| Masa del Recipiente   | g. | 534.00                 | 565.00  | 264.00   | 362.00   | 362.00   |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g. | 2 634.00               | 2 650.00  | 2 683.00 | 2 635.00 | 2 645.00 |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g. | 2 618.00               | 2 635.00  | 2 660.00 | 2 620.00 | 2 628.00 |
| Masa del Árido Húmedo   | g. | 2 100.00               | 2 085.00  | 2 419.00 | 2 273.00 | 2 283.00 |
| Masa del Árido Seco   | g. | 2 084.00               | 2 070.00  | 2 396.00 | 2 258.00 | 2 266.00 |
| Masa del Agua   | g. | 16.00                  | 15.00   | 23.00    | 15.00    | 17.00    |
| CONTENIDO DE HUMEDAD  | %  | 0.77                   | 0.72  | 0.96     | 0.66     | 0.75     |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>   |    |                        |   |          |          |          |
|---|----|------------------------|---|----------|----------|----------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO CERRO NEGRO |    |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |          |          |          |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |    |                        |   |          |          |          |
| DESCRIPCIÓN   |    | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |          |          |          |
| ENSAYO N°   |    | 21                     | 22  | 23       | 24       | 25       |
| Masa del Recipiente   | g. | 354.00                 | 298.00  | 544.00   | 545.00   | 394.00   |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g. | 2 188.00               | 2 269.00  | 2 514.00 | 2 511.00 | 2 541.00 |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g. | 2 171.00               | 2 251.00  | 2 498.00 | 2 496.00 | 2 523.00 |
| Masa del Árido Húmedo   | g. | 1 834.00               | 1 971.00  | 1 970.00 | 1 966.00 | 2 147.00 |
| Masa del Árido Seco   | g. | 1 817.00               | 1 953.00  | 1 954.00 | 1 951.00 | 2 129.00 |
| Masa del Agua   | g. | 17.00                  | 18.00   | 16.00    | 15.00    | 18.00    |
| CONTENIDO DE HUMEDAD  | %  | 0.94                   | 0.92  | 0.82     | 0.77     | 0.85     |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>   |    |                        |   |          |          |          |
|---|----|------------------------|---|----------|----------|----------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD A. GRUESO<br>REALIZADOS SOBRE<br>RIPIO CERRO NEGRO |    |                        | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |          |          |          |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |    |                        |   |          |          |          |
| DESCRIPCIÓN   |    | VALORES DE LOS ENSAYOS |   |          |          |          |
| ENSAYO N°   |    | 26                     | 27  | 28       | 29       | 30       |
| Masa del Recipiente   | g. | 354.00                 | 298.00  | 544.00   | 545.00   | 394.00   |
| Masa del árido húmedo + Recipiente  | g. | 2 189.00               | 2 270.00  | 2 513.00 | 2 515.00 | 2 541.00 |
| Masa del árido seco + Recipiente  | g. | 2 178.00               | 2 251.00  | 2 501.00 | 2 501.00 | 2 527.00 |
| Masa del Árido Húmedo   | g. | 1 835.00               | 1 972.00  | 1 969.00 | 1 970.00 | 2 147.00 |
| Masa del Árido Seco   | g. | 1 824.00               | 1 953.00  | 1 957.00 | 1 956.00 | 2 133.00 |
| Masa del Agua   | g. | 11.00                  | 19.00   | 12.00    | 14.00    | 14.00    |
| CONTENIDO DE HUMEDAD  | g. | 0.60                   | 0.97  | 0.61     | 0.72     | 0.66     |

# RECICLADO DE PVC (TRITURADO)

## MASA UNITARIA SUELTA

| INFORMACION GENERAL N° 1   |                        |  |          |          |  |  |
|--|------------------------|--|----------|----------|--|--|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br>MASA UNITARIA SUELTA<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |                        | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br>DE CONCRETO ELABORADO CON<br>MATERIAL RECICLADO |          |          | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br>2 436.00 g<br>VOLUMEN RECIPIENTE<br>2 922.00 cm3 |  |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                        |  |          |          |  |  |
| DESCRIPCION  | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |          |          |  |  |
| ENSAYO N°  | 1                      | 2  | 3        | 4        | 5  |  |
| Masa 1= P.V.C +recipiente g  | 4 457.00               | 4 511.00   | 4 460.00 | 4 424.00 | 4 375.00   |  |
| Masa 2= P.V.C + recipiente g   | 4 460.00               | 4 491.00   | 4 434.00 | 4 400.00 | 4 386.00   |  |
| Masa 3= P.V.C + recipiente g   | 4 520.00               | 4 463.00   | 4 430.00 | 4 398.00 | 4 372.00   |  |
| Promedio masa P.V.C + recipiente g   | 4 479.00               | 4 488.33   | 4 441.33 | 4 407.33 | 4 377.67   |  |
| Masa del P.V.C suelto g  | 2 043.00               | 2 052.33   | 2 005.33 | 1 971.33 | 1 941.67   |  |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm3   | 0.70                   | 0.70   | 0.69     | 0.67     | 0.66   |  |

| INFORMACION GENERAL N° 2   |                        |  |          |          |  |  |
|--|------------------------|--|----------|----------|--|--|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br>MASA UNITARIA SUELTA<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |                        | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br>DE CONCRETO ELABORADO CON<br>MATERIAL RECICLADO |          |          | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br>2 436.00 g<br>VOLUMEN RECIPIENTE<br>2 922.00 cm3 |  |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                        |  |          |          |  |  |
| DESCRIPCION  | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |          |          |  |  |
| ENSAYO N°  | 6                      | 7  | 8        | 9        | 10   |  |
| Masa 1= P.V.C +recipiente g  | 4 405.00               | 4 402.00   | 4 474.00 | 4 481.00 | 4 375.00   |  |
| Masa 2= P.V.C + recipiente g   | 4 427.00               | 4 395.00   | 4 474.00 | 4 416.00 | 4 391.00   |  |
| Masa 3= P.V.C + recipiente g   | 4 401.00               | 4 446.00   | 4 473.00 | 4 395.00 | 4 407.00   |  |
| Promedio masa P.V.C + recipiente g   | 4 411.00               | 4 414.33   | 4 473.67 | 4 430.67 | 4 391.00   |  |
| Masa del P.V.C suelto g  | 1 975.00               | 1 978.33   | 2 037.67 | 1 994.67 | 1 955.00   |  |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm3   | 0.68                   | 0.68   | 0.70     | 0.68     | 0.67   |  |

| INFORMACION GENERAL N° 3   |                        |  |          |          |  |  |
|--|------------------------|--|----------|----------|--|--|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br>MASA UNITARIA SUELTA<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |                        | TESIS:<br><br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br>DE CONCRETO ELABORADO CON<br>MATERIAL RECICLADO |          |          | DATOS INICIALES<br>MASA RECIPIENTE<br>2 436.00 g<br>VOLUMEN RECIPIENTE<br>2 922.00 cm3 |  |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                        |  |          |          |  |  |
| DESCRIPCION  | VALORES DE LOS ENSAYOS |  |          |          |  |  |
| ENSAYO N°  | 11                     | 12   | 13       | 14       | 15   |  |
| Masa 1= P.V.C +recipiente g  | 4 465.00               | 4 512.00   | 4 469.00 | 4 423.00 | 4 376.00   |  |
| Masa 2= P.V.C + recipiente g   | 4 466.00               | 4 511.00   | 4 468.00 | 4 421.00 | 4 375.00   |  |
| Masa 3= P.V.C + recipiente g   | 4 467.00               | 4 510.00   | 4 468.00 | 4 420.00 | 4 375.00   |  |
| Promedio masa P.V.C + recipiente g   | 4 466.00               | 4 511.00   | 4 468.33 | 4 421.33 | 4 375.33   |  |
| Masa del P.V.C suelto g  | 2 030.00               | 2 075.00   | 2 032.33 | 1 985.33 | 1 939.33   |  |
| MUS (MASA UNITARIA SUELTA) g/cm3   | 0.69                   | 0.71   | 0.70     | 0.68     | 0.66   |  |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>   |              |  |             |             |   |             |
|---|--------------|--|-------------|-------------|---|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>P.V.C</b> |              | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br/>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br/>DE CONCRETO ELABORADO CON<br/>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>2 436.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>2 922.00 cm3</b> |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |              |  |             |             |   |             |
| <b>DESCRIPCION</b>  |              | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |             |   |             |
| <b>ENSAYO N°</b>  |              | <b>16</b>  | <b>17</b>   | <b>18</b>   | <b>19</b>   | <b>20</b>   |
| Masa 1= P.V.C +recipiente   | g            | 4 408.00   | 4 420.00    | 4 476.00    | 4 483.00  | 4 392.00    |
| Masa 2= P.V.C + recipiente  | g            | 4 410.00   | 4 419.00    | 4 478.00    | 4 483.00  | 4 391.00    |
| Masa 3= P.V.C + recipiente  | g            | 4 415.00   | 4 418.00    | 4 478.00    | 4 481.00  | 4 390.00    |
| Promedio masa P.V.C + recipiente  | g            | 4 411.00   | 4 419.00    | 4 477.33    | 4 482.33  | 4 391.00    |
| Masa del P.V.C suelto   | g            | 1 975.00   | 1 983.00    | 2 041.33    | 2 046.33  | 1 955.00    |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA)</b>   | <b>g/cm3</b> | <b>0.68</b>  | <b>0.68</b> | <b>0.70</b> | <b>0.70</b>   | <b>0.67</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>  |              |  |             |             |   |             |
|--|--------------|--|-------------|-------------|---|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>P.V.C.</b> |              | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br/>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br/>DE CONCRETO ELABORADO CON<br/>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>2 436.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>2 922.00 cm3</b> |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |              |  |             |             |   |             |
| <b>DESCRIPCION</b>   |              | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |             |   |             |
| <b>ENSAYO N°</b>   |              | <b>21</b>  | <b>22</b>   | <b>23</b>   | <b>24</b>   | <b>25</b>   |
| Masa 1= P.V.C +recipiente  | g            | 4 459.00   | 4 513.00    | 4 473.00    | 4 423.00  | 4 380.00    |
| Masa 2= P.V.C + recipiente   | g            | 4 458.00   | 4 513.00    | 4 474.00    | 4 422.00  | 4 379.00    |
| Masa 3= P.V.C + recipiente   | g            | 4 460.00   | 4 512.00    | 4 473.00    | 4 422.00  | 4 379.00    |
| Promedio masa P.V.C + recipiente   | g            | 4 459.00   | 4 512.67    | 4 473.33    | 4 422.33  | 4 379.33    |
| Masa del P.V.C suelto  | g            | 2 023.00   | 2 076.67    | 2 037.33    | 1 986.33  | 1 943.33    |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA)</b>  | <b>g/cm3</b> | <b>0.69</b>  | <b>0.71</b> | <b>0.70</b> | <b>0.68</b>   | <b>0.67</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>   |              |  |             |             |   |             |
|---|--------------|--|-------------|-------------|---|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS DE:<br><b>MASA UNITARIA SUELTA</b><br>REALIZADOS SOBRE<br><b>P.V.C</b> |              | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR<br/>CONFORMADA POR PAREDES PORTANTES<br/>DE CONCRETO ELABORADO CON<br/>MATERIAL RECICLADO</b> |             |             | <b>DATOS INICIALES</b><br>MASA RECIPIENTE<br><b>2 436.00 g</b><br>VOLUMEN RECIPIENTE<br><b>2 922.00 cm3</b> |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>   |              |  |             |             |   |             |
| <b>DESCRIPCION</b>  |              | <b>VALORES DE LOS ENSAYOS</b>  |             |             |   |             |
| <b>ENSAYO N°</b>  |              | <b>26</b>  | <b>27</b>   | <b>28</b>   | <b>29</b>   | <b>30</b>   |
| Masa 1= P.V.C +recipiente   | g            | 4 410.00   | 4 407.00    | 4 476.00    | 4 427.00  | 4 376.00    |
| Masa 2= P.V.C + recipiente  | g            | 4 412.00   | 4 413.00    | 4 478.00    | 4 425.00  | 4 377.00    |
| Masa 3= P.V.C + recipiente  | g            | 4 412.00   | 4 423.00    | 4 476.00    | 4 426.00  | 4 378.00    |
| Promedio masa P.V.C + recipiente  | g            | 4 411.33   | 4 414.33    | 4 476.67    | 4 426.00  | 4 377.00    |
| Masa del P.V.C suelto   | g            | 1 975.33   | 1 978.33    | 2 040.67    | 1 990.00  | 1 941.00    |
| <b>MUS (MASA UNITARIA SUELTA)</b>   | <b>g/cm3</b> | <b>0.68</b>  | <b>0.68</b> | <b>0.70</b> | <b>0.68</b>   | <b>0.66</b> |

# PESO ESPECIFICO PVC RECICLADO

| INFORMACION GENERAL N° 1   |                         |   |             |             |             |             |
|--|-------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |                         | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 1   | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Masa picnómetro vacío  | g.                      | 181.00  | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS   | g.                      | 810.00  | 762.00      | 579.00      | 885.00      | 932.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua                                      | g.                      | 780.00  | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa picnómetro calibrado  | g.                      | 964.00  | 949.00      | 896.00      | 986.00      | 999.00      |
| Masa del Árido en SSS  | g                       | 629.00  | 581.00      | 398.00      | 704.00      | 751.00      |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 813.00  | 750.00      | 514.00      | 910.00      | 970.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>0.77</b>   | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 2   |                         |   |             |             |             |             |
|--|-------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |                         | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 6   | 7           | 8           | 9           | 10          |
| Masa picnómetro vacío  | g.                      | 181.00  | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS   | g.                      | 836.00  | 717.00      | 815.00      | 812.00      | 620.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua                                      | g.                      | 780.00  | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa picnómetro calibrado  | g.                      | 938.00  | 938.00      | 965.00      | 965.00      | 910.00      |
| Masa del Árido en SSS  | g                       | 655.00  | 536.00      | 634.00      | 631.00      | 439.00      |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 813.00  | 694.00      | 819.00      | 816.00      | 569.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>0.81</b>   | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 3   |                         |   |             |             |             |             |
|--|-------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>PESO ESPECIFICO P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |                         | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO   |                         |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |                         | 11  | 12          | 13          | 14          | 15          |
| Masa picnómetro vacío  | g.                      | 181.00  | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS   | g.                      | 812.00  | 760.00      | 580.00      | 886.00      | 934.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua                                      | g.                      | 780.00  | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa picnómetro calibrado  | g.                      | 965.00  | 950.00      | 897.00      | 987.00      | 1000.00     |
| Masa del Árido en SSS  | g                       | 631.00  | 579.00      | 399.00      | 705.00      | 753.00      |
| Volumen Desalojado   | cm <sup>3</sup>         | 816.00  | 749.00      | 516.00      | 912.00      | 973.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>   | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>0.77</b>   | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 4  |                         |  |             |             |             |             |
|---|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO P.V.C.</b><br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |                         | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO  |                         |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |                         | 16   | 17          | 18          | 19          | 20          |
| Masa picnómetro vacío   | g.                      | 181.00   | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS  | g.                      | 840.00   | 720.00      | 815.00      | 812.00      | 650.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua   | g.                      | 780.00   | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa picnómetro calibrado   | g.                      | 980.00   | 940.00      | 970.00      | 971.00      | 921.00      |
| Masa del Árido en SSS   | g.                      | 659.00   | 539.00      | 634.00      | 631.00      | 469.00      |
| Volumen Desalojado  | cm <sup>3</sup>         | 859.00   | 699.00      | 824.00      | 822.00      | 610.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>  | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>0.77</b>  | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 5  |                         |  |             |             |             |             |
|---|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO P.V.C.</b><br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |                         | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO  |                         |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |                         | 21   | 22          | 23          | 24          | 25          |
| Masa picnómetro vacío   | g.                      | 181.00   | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS  | g.                      | 822.00   | 765.00      | 580.00      | 887.00      | 935.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua   | g.                      | 780.00   | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa picnómetro calibrado   | g.                      | 970.00   | 952.00      | 901.00      | 991.00      | 1003.00     |
| Masa del Árido en SSS   | g.                      | 641.00   | 584.00      | 399.00      | 706.00      | 754.00      |
| Volumen Desalojado  | cm <sup>3</sup>         | 831.00   | 756.00      | 520.00      | 917.00      | 977.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>  | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>0.77</b>  | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> |

| INFORMACION GENERAL N° 6  |                         |  |             |             |             |             |
|---|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br><b>PESO ESPECIFICO P.V.C.</b><br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |                         | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO  |                         |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN   |                         | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°   |                         | 26   | 27          | 28          | 29          | 30          |
| Masa picnómetro vacío   | g.                      | 181.00   | 181.00      | 181.00      | 181.00      | 181.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS  | g.                      | 843.00   | 727.00      | 827.00      | 830.00      | 618.00      |
| Masa picnómetro + Árido en SSS + Agua   | g.                      | 780.00   | 780.00      | 780.00      | 780.00      | 780.00      |
| Masa picnómetro calibrado   | g.                      | 941.00   | 941.00      | 976.00      | 987.00      | 910.00      |
| Masa del Árido en SSS   | g.                      | 662.00   | 546.00      | 646.00      | 649.00      | 437.00      |
| Volumen Desalojado  | cm <sup>3</sup>         | 823.00   | 707.00      | 842.00      | 856.00      | 567.00      |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>  | <b>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>0.80</b>  | <b>0.77</b> | <b>0.77</b> | <b>0.76</b> | <b>0.77</b> |

## CAPACIDAD DE ABSORCIÓN - PVC RECICLADO

| <b>INFORMACION GENERAL N° 1</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 1   | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Masa del Recipiente  | g.       | 174.76  | 188.20      | 167.28      | 10.90       | 11.13       |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g.       | 629.89  | 620.52      | 593.41      | 35.31       | 33.21       |
| Masa del árido seco + recipiente   | g.       | 598.90  | 596.83      | 569.95      | 33.86       | 31.96       |
| Masa del Árido en SSS  | g.       | 455.13  | 432.32      | 426.13      | 24.41       | 22.08       |
| Masa del Árido Seco  | g.       | 424.14  | 408.63      | 402.67      | 22.96       | 20.83       |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g.       | 30.99   | 23.69       | 23.46       | 1.45        | 1.25        |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | <b>%</b> | <b>7.31</b>   | <b>5.80</b> | <b>5.83</b> | <b>6.32</b> | <b>6.00</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 2</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 6   | 7           | 8           | 9           | 10          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 173.90  | 10.95       | 10.83       | 174.80      | 188.17      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g.       | 567.80  | 30.03       | 35.83       | 584.26      | 569.58      |
| Masa del árido seco + recipiente   | g.       | 540.30  | 28.64       | 34.22       | 560.30      | 542.00      |
| Masa del Árido en SSS  | g.       | 393.90  | 19.08       | 25.00       | 409.46      | 381.41      |
| Masa del Árido Seco  | g.       | 366.40  | 17.69       | 23.39       | 385.50      | 353.83      |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g.       | 27.50   | 1.39        | 1.61        | 23.96       | 27.58       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | <b>%</b> | <b>7.51</b>   | <b>7.86</b> | <b>6.88</b> | <b>6.22</b> | <b>7.79</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 3</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 11  | 12          | 13          | 14          | 15          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 173.34  | 187.45      | 168.34      | 11.45       | 12.21       |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g.       | 619.20  | 613.45      | 594.30      | 34.23       | 34.23       |
| Masa del árido seco + recipiente   | g.       | 589.23  | 587.34      | 572.43      | 32.87       | 32.98       |
| Masa del Árido en SSS  | g.       | 445.86  | 426.00      | 425.96      | 22.78       | 22.02       |
| Masa del Árido Seco  | g.       | 415.89  | 399.89      | 404.09      | 21.42       | 20.77       |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g.       | 29.97   | 26.11       | 21.87       | 1.36        | 1.25        |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | <b>%</b> | <b>7.21</b>   | <b>6.53</b> | <b>5.41</b> | <b>6.35</b> | <b>6.02</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>  |    |  |             |             |             |             |
|--|----|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C |    | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |    |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |    | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |    | 16   | 17          | 18          | 19          | 20          |
| Masa del Recipiente  | g. | 172.45   | 11.23       | 10.45       | 174.89      | 190.32      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g. | 598.32   | 31.20       | 36.45       | 578.45      | 570.23      |
| Masa del árido seco + recipiente   | g. | 573.34   | 30.01       | 34.54       | 549.76      | 547.89      |
| Masa del Árido en SSS  | g  | 425.87   | 19.97       | 26.00       | 403.56      | 379.91      |
| Masa del Árido Seco  | g  | 400.89   | 18.78       | 24.09       | 374.87      | 357.57      |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g  | 24.98  | 1.19        | 1.91        | 28.69       | 22.34       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | %  | <b>6.23</b>  | <b>6.34</b> | <b>7.93</b> | <b>7.65</b> | <b>6.25</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>  |    |  |             |             |             |             |
|--|----|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C |    | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |    |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |    | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |    | 21   | 22          | 23          | 24          | 25          |
| Masa del Recipiente  | g. | 174.56   | 186.87      | 169.34      | 11.23       | 12.54       |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g. | 630.57   | 621.56      | 595.45      | 33.45       | 33.56       |
| Masa del árido seco + recipiente   | g. | 603.56   | 596.45      | 573.12      | 32.21       | 32.20       |
| Masa del Árido en SSS  | g  | 456.01   | 434.69      | 426.11      | 22.22       | 21.02       |
| Masa del Árido Seco  | g  | 429.00   | 409.58      | 403.78      | 20.98       | 19.66       |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g  | 27.01  | 25.11       | 22.33       | 1.24        | 1.36        |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | %  | <b>6.30</b>  | <b>6.13</b> | <b>5.53</b> | <b>5.91</b> | <b>6.92</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>  |    |  |             |             |             |             |
|--|----|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN P.V.C.<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C |    | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |    |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |    | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |    | 26   | 27          | 28          | 29          | 30          |
| Masa del Recipiente  | g. | 187.45   | 11.45       | 10.45       | 175.97      | 189.45      |
| Masa del recipiente + Árido en SSS   | g. | 576.89   | 30.23       | 33.45       | 598.00      | 570.45      |
| Masa del árido seco + recipiente   | g. | 553.40   | 29.04       | 32.10       | 570.00      | 547.56      |
| Masa del Árido en SSS  | g  | 389.44   | 18.78       | 23.00       | 422.03      | 381.00      |
| Masa del Árido Seco  | g  | 365.95   | 17.59       | 21.65       | 394.03      | 358.11      |
| Masa del agua contenida en el Árido  | g  | 23.49  | 1.19        | 1.35        | 28.00       | 22.89       |
| <b>CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</b>  | %  | <b>6.42</b>  | <b>6.77</b> | <b>6.24</b> | <b>7.11</b> | <b>6.39</b> |



## CONTENIDO HUMEDAD PVC RECICLADO

| <b>INFORMACION GENERAL N° 1</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD P.V.C<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 1   | 2           | 3           | 4           | 5           |
| Masa del Recipiente  | g.       | 23.31   | 23.72       | 18.30       | 10.85       | 11.27       |
| Masa del árido húmedo + Recipiente   | g.       | 76.39   | 74.80       | 52.24       | 28.44       | 34.13       |
| Masa del árido seco + Recipiente   | g.       | 76.18   | 74.61       | 52.16       | 28.39       | 34.07       |
| Masa del Árido Húmedo  | g        | 53.08   | 51.08       | 33.94       | 17.59       | 22.86       |
| Masa del Árido Seco  | g        | 52.87   | 50.89       | 33.86       | 17.54       | 22.80       |
| Masa del Agua  | g        | 0.21  | 0.19        | 0.08        | 0.05        | 0.06        |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>  | <b>%</b> | <b>0.40</b>   | <b>0.37</b> | <b>0.24</b> | <b>0.29</b> | <b>0.26</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 2</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD P.V.C<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 6   | 7           | 8           | 9           | 10          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 10.79   | 11.14       | 13.30       | 23.60       | 10.90       |
| Masa del árido húmedo + Recipiente   | g.       | 31.27   | 30.36       | 43.41       | 72.97       | 30.11       |
| Masa del árido seco + Recipiente   | g.       | 31.23   | 30.32       | 43.26       | 72.75       | 30.06       |
| Masa del Árido Húmedo  | g        | 20.48   | 19.22       | 30.11       | 49.37       | 19.21       |
| Masa del Árido Seco  | g        | 20.44   | 19.18       | 29.96       | 49.15       | 19.16       |
| Masa del Agua  | g        | 0.04  | 0.04        | 0.15        | 0.22        | 0.05        |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>  | <b>%</b> | <b>0.20</b>   | <b>0.21</b> | <b>0.50</b> | <b>0.45</b> | <b>0.26</b> |

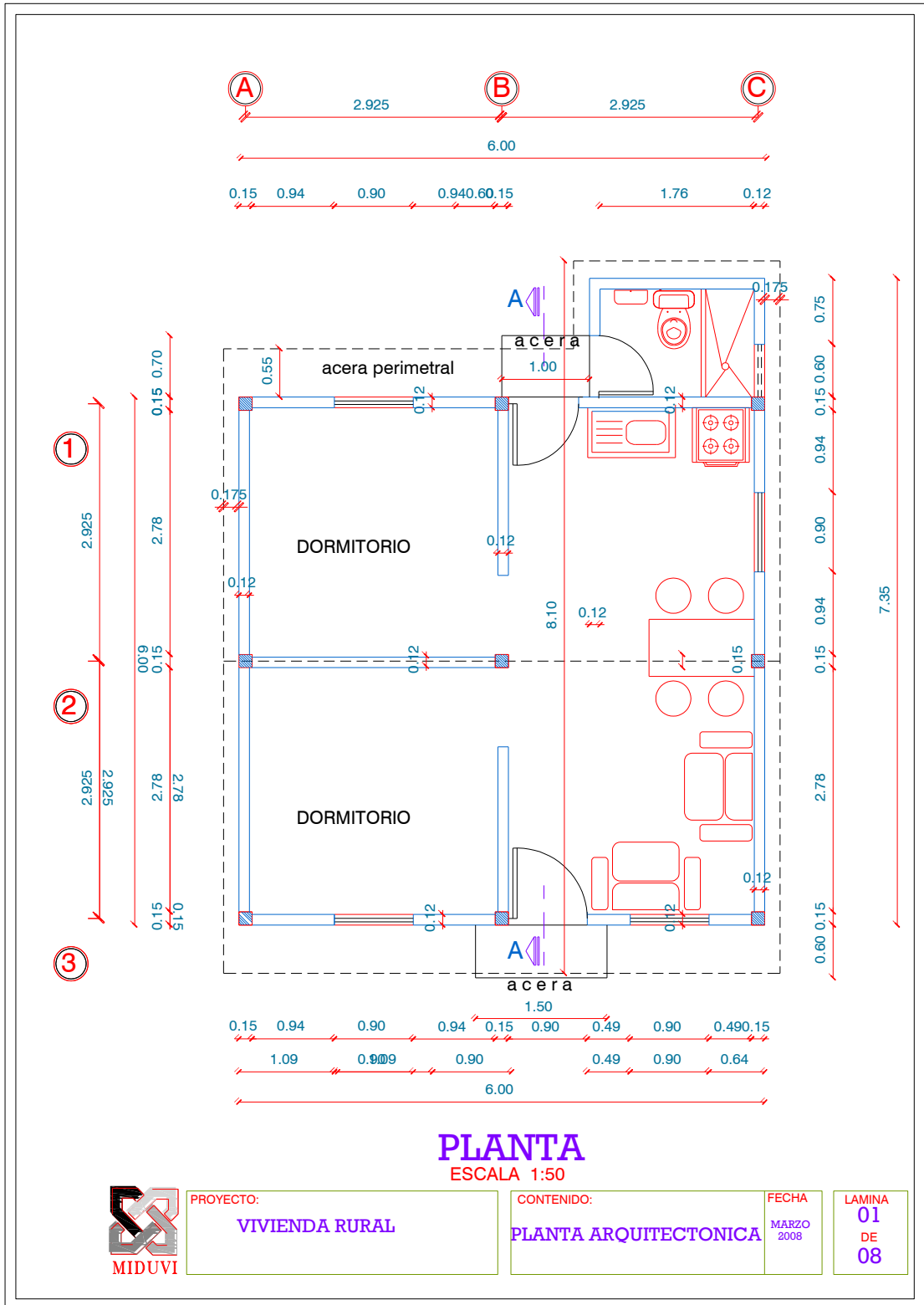
| <b>INFORMACION GENERAL N° 3</b>  |          |   |             |             |             |             |
|--|----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD P.V.C<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |          | TESIS:<br>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br>RECICLADO |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |   |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS  |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 11  | 12          | 13          | 14          | 15          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 23.16   | 23.24       | 18.21       | 10.56       | 11.14       |
| Masa del árido húmedo + Recipiente   | g.       | 75.98   | 75.12       | 52.13       | 27.56       | 34.06       |
| Masa del árido seco + Recipiente   | g.       | 75.87   | 75.01       | 52.07       | 27.48       | 34.01       |
| Masa del Árido Húmedo  | g        | 52.82   | 51.88       | 33.92       | 17.00       | 22.92       |
| Masa del Árido Seco  | g        | 52.71   | 51.77       | 33.86       | 16.92       | 22.87       |
| Masa del Agua  | g        | 0.11  | 0.11        | 0.06        | 0.08        | 0.05        |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>  | <b>%</b> | <b>0.21</b>   | <b>0.21</b> | <b>0.18</b> | <b>0.47</b> | <b>0.22</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 4</b>  |          |  |             |             |             |             |
|--|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD P.V.C<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |          | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 16   | 17          | 18          | 19          | 20          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 10.38  | 11.02       | 12.98       | 23.15       | 10.65       |
| Masa del árido húmedo + Recipiente   | g.       | 32.56  | 31.06       | 43.25       | 72.78       | 29.97       |
| Masa del árido seco + Recipiente   | g.       | 32.52  | 30.98       | 43.18       | 72.62       | 29.87       |
| Masa del Árido Húmedo  | g.       | 22.18  | 20.04       | 30.27       | 49.63       | 19.32       |
| Masa del Árido Seco  | g.       | 22.14  | 19.96       | 30.20       | 49.47       | 19.22       |
| Masa del Agua  | g.       | 0.04   | 0.08        | 0.07        | 0.16        | 0.10        |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>  | <b>%</b> | <b>0.18</b>  | <b>0.40</b> | <b>0.23</b> | <b>0.32</b> | <b>0.52</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 5</b>  |          |  |             |             |             |             |
|--|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD P.V.C<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |          | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 21   | 22          | 23          | 24          | 25          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 23.25  | 23.66       | 18.24       | 10.45       | 11.14       |
| Masa del árido húmedo + Recipiente   | g.       | 75.68  | 73.98       | 52.15       | 28.56       | 34.56       |
| Masa del árido seco + Recipiente   | g.       | 75.59  | 73.78       | 52.07       | 28.51       | 34.43       |
| Masa del Árido Húmedo  | g.       | 52.43  | 50.32       | 33.91       | 18.11       | 23.42       |
| Masa del Árido Seco  | g.       | 52.34  | 50.12       | 33.83       | 18.06       | 23.29       |
| Masa del Agua  | g.       | 0.09   | 0.20        | 0.08        | 0.05        | 0.13        |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>  | <b>%</b> | <b>0.17</b>  | <b>0.40</b> | <b>0.24</b> | <b>0.28</b> | <b>0.56</b> |

| <b>INFORMACION GENERAL N° 6</b>  |          |  |             |             |             |             |
|--|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INFORME DE ENSAYOS<br>CONTENIDO DE HUMEDAD P.V.C<br>REALIZADOS SOBRE<br>P.V.C. |          | TESIS:<br><b>PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES<br/>PORTANTES DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL<br/>RECICLADO</b> |             |             |             |             |
| <b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>  |          |  |             |             |             |             |
| DESCRIPCIÓN  |          | VALORES DE LOS ENSAYOS   |             |             |             |             |
| ENSAYO N°  |          | 26   | 27          | 28          | 29          | 30          |
| Masa del Recipiente  | g.       | 10.87  | 11.03       | 13.24       | 23.45       | 10.67       |
| Masa del árido húmedo + Recipiente   | g.       | 32.87  | 31.57       | 44.27       | 73.56       | 31.78       |
| Masa del árido seco + Recipiente   | g.       | 32.75  | 31.47       | 44.17       | 73.42       | 31.68       |
| Masa del Árido Húmedo  | g.       | 22.00  | 20.54       | 31.03       | 50.11       | 21.11       |
| Masa del Árido Seco  | g.       | 21.88  | 20.44       | 30.93       | 49.97       | 21.01       |
| Masa del Agua  | g.       | 0.12   | 0.10        | 0.10        | 0.14        | 0.10        |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>  | <b>%</b> | <b>0.55</b>  | <b>0.49</b> | <b>0.32</b> | <b>0.28</b> | <b>0.48</b> |

### 10.3. Planos Vivienda Tipo A1 (MIDUVI)



**PLANTA**  
ESCALA 1:50

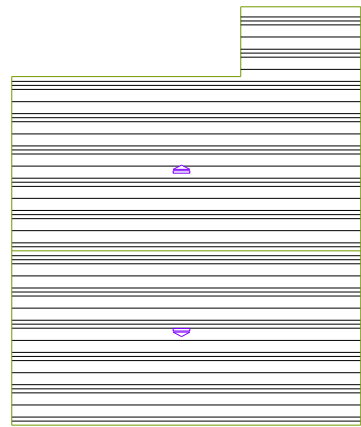


PROYECTO:  
**VIVIENDA RURAL**

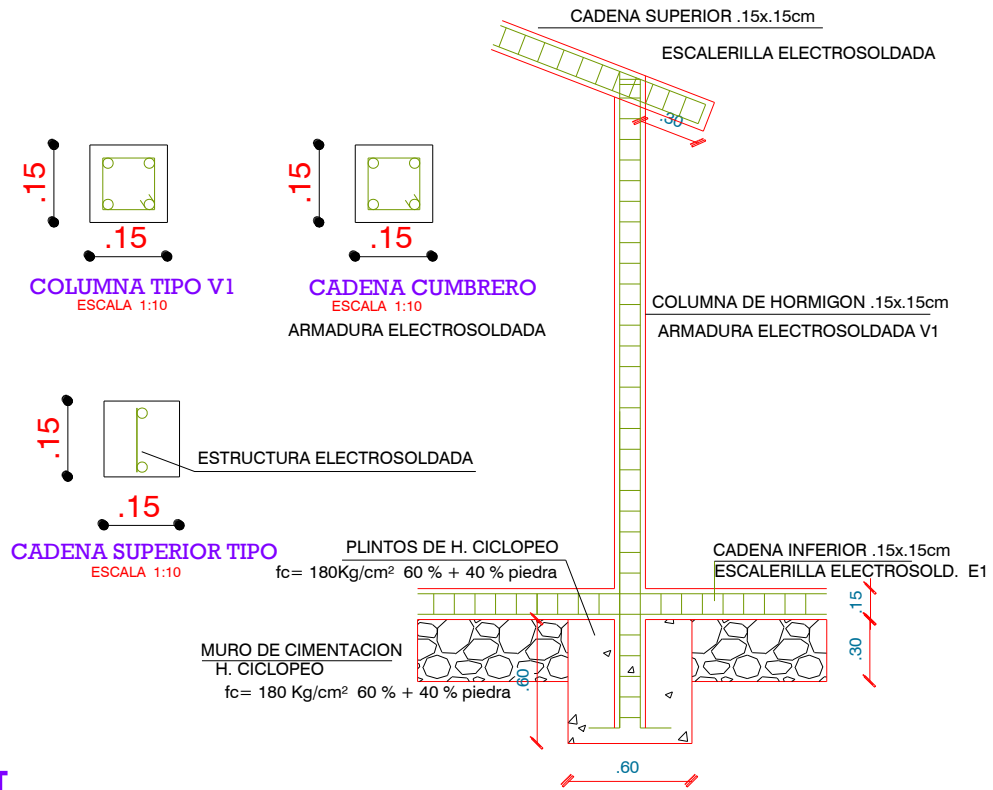
CONTENIDO:  
**PLANTA ARQUITECTONICA**

FECHA:  
MARZO 2008

LAMINA:  
**01 DE 08**



**IMPLANTACION**  
ESCALA 1:100



**DETALLE DE COLUMNA**  
ESCALA 1:25



PROYECTO:  
**VIVIENDA RURAL**

CONTENIDO:  
**IMPLANTACION  
DETALLE COLUMNAS Y CADENAS**

FECHA:  
**MARZO  
2008**

LAMINA:  
**08  
08**

## 10.4. Presupuesto Vivienda Tipo A1 (MIDUVI)

### CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS

DIRECCION PROVINCIAL MIDUVI CHIMBORAZO  
 PROYECTO: **PROPUESTA DE VIVIENDAS POPULARES**

| ITEM   | RUBRO   | U   | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | P.TOTAL           |
|--|---|-----|----------|-----------------|-------------------|
| <b>I PRELIMINARES</b>                                |   |     |          |                 |                   |
| 1.2  | Replanteo   | m2  | 38.90    | 1.04            | 40.46             |
| 1.3  | Excavación de plintos y cimientos                 | m3  | 4.85     | 3.81            | 18.48             |
| <b>Subtotal 1</b>                                    |   |     |          |                 | <b>58.94</b>      |
| <b>II ESTRUCTURA DE HORMIGON</b>                     |   |     |          |                 |                   |
| 2.1  | Plintos de Hormigón Ciclópeo f'c = 210 kg/cm2     | m3  | 1.95     | 65.16           | 127.06            |
| 2.2  | Cimientos de Hormigón Ciclópeo f'c = 180 kg/cm2   | m3  | 2.90     | 65.18           | 189.02            |
| 2.3  | Cadenas inferiores H. Simple f'c = 210 kg/cm2     | m3  | 0.80     | 140.38          | 112.30            |
| 2.4  | Columnas H. Simple f'c = 210 kg/cm2               | m3  | 0.48     | 143.92          | 69.08             |
| 2.5  | Cadenas superiores H. Simple f'c = 210 kg/cm2     | m3  | 0.96     | 144.42          | 138.64            |
| 2.6  | Dinteles H. Simple f'c = 210 kg/cm2               | m3  | 0.06     | 132.16          | 7.93              |
| 2.7  | Estructura electrosoldada                         | kit | 1.00     | 194.48          | 194.48            |
| <b>Subtotal 2</b>                                    |   |     |          |                 | <b>838.51</b>     |
| <b>III MAMPOSTERIA</b>                               |   |     |          |                 |                   |
| 3.1  | Mampostería de ladrillo común                     | m2  | 70.40    | 12.06           | 849.02            |
| <b>Subtotal 3</b>                                    |   |     |          |                 | <b>849.02</b>     |
| <b>IV ENLUCIDOS</b>                                  |   |     |          |                 |                   |
| 4.1  | Enlucido vertical. Tipo B                         | m2  | 144.32   | 5.21            | 751.91            |
| <b>Subtotal 4</b>                                    |   |     |          |                 | <b>751.91</b>     |
| <b>V PISOS</b>                                       |   |     |          |                 |                   |
| 5.1  | Empedrado de contrapiso. e = 12 cm                | m2  | 33.66    | 2.28            | 76.74             |
| 5.2  | Contrapiso de H. Simple f'c = 180 kg/cm2 e = 6 cm | m2  | 33.66    | 7.38            | 248.41            |
| 5.3  | Masillado y alisado de piso Tipo C                | m2  | 35.20    | 3.42            | 120.38            |
| <b>Subtotal 5</b>                                    |   |     |          |                 | <b>445.53</b>     |
| <b>VI CARPINTERIA - HIERRO - MADERA</b>              |   |     |          |                 |                   |
| 6.1  | Puerta metálica sencilla 0.90 - 0.80 - 0.70 m.    | u   | 3.00     | 72.89           | 218.67            |
| 6.2  | Ventanas de hierro con protección                 | m2  | 3.60     | 23.13           | 83.27             |
| 6.3  | Vidrio 3 mm                                       | m2  | 3.60     | 8.41            | 30.28             |
| 6.4  | Puerta panelada de laurel inclu. Cerradura y laca | u   | 1.00     | 102.03          | 102.03            |
| <b>Subtotal 6</b>                                    |   |     |          |                 | <b>434.25</b>     |
| <b>VII CUBIERTA</b>                                  |   |     |          |                 |                   |
| 7.1  | Correas Metálicas                                 | kg  | 100.08   | 2.40            | 240.19            |
| 7.2  | Cubierta de fibrocemento 1.83x1.10m               | m2  | 48.80    | 6.36            | 310.37            |
| 7.3  | Caballetes de fibrocemento                        | u   | 6.00     | 7.76            | 46.56             |
| <b>Subtotal 7</b>                                    |   |     |          |                 | <b>597.12</b>     |
| <b>VIII PIEZAS SANITARIAS</b>                        |   |     |          |                 |                   |
| 8.1  | Lavaplatos de hierro enlazado un pozo             | u   | 1.00     | 36.78           | 36.78             |
| 8.2  | Inodoro blanco nacional                           | u   | 1.00     | 63.39           | 63.39             |
| 8.3  | lavamanos blanco una llave                        | u   | 1.00     | 28.92           | 28.92             |
| 8.4  | Ducha sencilla                                    | u   | 1.00     | 22.41           | 22.41             |
| 8.5  | Rejilla de piso 2"                                | u   | 1.00     | 2.18            | 2.18              |
| <b>Subtotal 8</b>                                    |   |     |          |                 | <b>153.68</b>     |
| <b>IX INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUA POTABLE</b> |   |     |          |                 |                   |
| 9.1  | Instalación de A. Potable PVC 1/2" *              | pto | 4.00     | 13.61           | 54.44             |
| 9.2  | Canalización PVC 50 mm                            | pto | 3.00     | 22.07           | 66.21             |
| 9.3  | Canalización PVC 110 mm                           | pto | 1.00     | 17.60           | 17.60             |
| 9.4  | Tubería PVC 50 mm                                 | ml  | 6.00     | 4.22            | 25.32             |
| 9.5  | Tubería PVC 110 mm                                | ml  | 3.00     | 7.06            | 21.18             |
| 9.6  | Caja de revisión 60 x 60 x 60 cm                  | u   | 1.00     | 56.42           | 56.42             |
| <b>Subtotal 9</b>                                    |   |     |          |                 | <b>241.17</b>     |
| <b>X INSTALACIONES ELECTRICAS</b>                    |   |     |          |                 |                   |
| 10.1   | Punto de luz                                      | pto | 6.00     | 14.95           | 89.70             |
| 10.2   | Tomacorriente doble                               | pto | 4.00     | 13.98           | 55.92             |
| 10.3   | Caja térmica 4 puntos                             | u   | 1.00     | 39.17           | 39.17             |
| <b>Subtotal 10</b>                                   |   |     |          |                 | <b>184.79</b>     |
| <b>XI ACABADOS</b>                                   |   |     |          |                 |                   |
| 11.1   | Mesón de cocina f'c = 180 kg/cm2                  | ml  | 1.00     | 26.97           | 26.97             |
| 11.2   | Alisado de mesón de cocina. Tipo C                | ml  | 1.00     | 7.09            | 7.09              |
| 11.3   | Bordillo de tina de baño f'c = 180 kg/cm2         | ml  | 1.24     | 5.72            | 7.09              |
| 11.4   | Acera perimetral f'c = 180 kg/cm2                 | m2  | 8.35     | 13.55           | 113.14            |
| 11.5   | Azulejo en pades                                  | m2  | 5.56     | 12.69           | 70.56             |
| 11.6   | Azulejo en piso                                   | m2  | 3.08     | 14.75           | 45.43             |
| <b>Subtotal 11</b>                                   |   |     |          |                 | <b>270.28</b>     |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                             |   |     |          |                 | <b>\$4 825.20</b> |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

## 10.5. Presupuesto Vivienda Tipo A1(MIDUVI), Reconfigurada

### CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS

DIRECCION PROVINCIAL MIDUVI CHIMBORAZO  
 PROYECTO: **PROPUESTA DE VIVIENDA (RECONFIGURADA)**

| ITEM                     | RUBRO   | U   | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | P.TOTAL           |
|--------------------------|---|-----|----------|-----------------|-------------------|
| <b>I</b>                 | <b>PRELIMINARES</b>                               |     |          |                 |                   |
| 1.2                      | Replanteo   | m2  | 38.90    | 1.04            | 40.46             |
| 1.3                      | Excavación de plintos y cimientos                 | m3  | 13.50    | 3.81            | 51.44             |
| <b>Subtotal 1</b>        |   |     |          |                 | <b>91.90</b>      |
| <b>II</b>                | <b>ESTRUCTURA DE HORMIGON</b>                     |     |          |                 |                   |
| 2.1                      | Plintos de Hormigón Ciclópeo f'c = 210 kg/cm2     | m3  | 4.61     | 65.16           | 300.39            |
| 2.2                      | Cimientos de Hormigón Ciclópeo f'c = 180 kg/cm2   | m3  | 2.90     | 65.18           | 189.02            |
| 2.3                      | Cadenas inferiores H. Simple f'c = 210 kg/cm2     | m3  | 1.55     | 140.38          | 217.59            |
| 2.4                      | Columnas H. Simple f'c = 210 kg/cm2               | m3  | 3.10     | 143.92          | 446.15            |
| 2.5                      | Cadenas superiores H. Simple f'c = 210 kg/cm2     | m3  | 2.95     | 144.42          | 426.04            |
| 2.6                      | Dinteles H. Simple f'c = 210 kg/cm2               | m3  | 0.06     | 132.16          | 7.93              |
| 2.7                      | Acero Refuerzo ( todo diametro)                   | kg  | 900.30   | 2.05            | 1 845.62          |
| <b>Subtotal 2</b>        |   |     |          |                 | <b>3 432.74</b>   |
| <b>III</b>               | <b>MAMPOSTERIA</b>                                |     |          |                 |                   |
| 3.1                      | Mampostería de ladrillo común                     | m2  | 70.40    | 12.06           | 849.02            |
| <b>Subtotal 3</b>        |   |     |          |                 | <b>849.02</b>     |
| <b>IV</b>                | <b>ENLUCIDOS</b>                                  |     |          |                 |                   |
| 4.1                      | Enlucido vertical. Tipo B                         | m2  | 144.32   | 5.21            | 751.91            |
| <b>Subtotal 4</b>        |   |     |          |                 | <b>751.91</b>     |
| <b>V</b>                 | <b>PISOS</b>                                      |     |          |                 |                   |
| 5.1                      | Empedrado de contrapiso. e = 12 cm                | m2  | 33.66    | 2.28            | 76.74             |
| 5.2                      | Contrapiso de H. Simple f'c = 180 kg/cm2 e = 6 cm | m2  | 33.66    | 7.38            | 248.41            |
| 5.3                      | Masillado y alisado de piso Tipo C                | m2  | 35.20    | 3.42            | 120.38            |
| <b>Subtotal 5</b>        |   |     |          |                 | <b>445.53</b>     |
| <b>VI</b>                | <b>CARPINTERIA - HIERRO - MADERA</b>              |     |          |                 |                   |
| 6.1                      | Puerta metálica sencilla 0.90 - 0.80 - 0.70 m.    | u   | 3.00     | 72.89           | 218.67            |
| 6.2                      | Ventanas de hierro con protección                 | m2  | 3.60     | 23.13           | 83.27             |
| 6.3                      | Vidrio 3 mm                                       | m2  | 3.60     | 8.41            | 30.28             |
| 6.4                      | Puerta panelada de laurel inclu. Cerradura y laca | u   | 1.00     | 102.03          | 102.03            |
| <b>Subtotal 6</b>        |   |     |          |                 | <b>434.25</b>     |
| <b>VII</b>               | <b>CUBIERTA</b>                                   |     |          |                 |                   |
| 7.1                      | Correas Metálicas                                 | kg  | 100.08   | 2.40            | 240.19            |
| 7.2                      | Cubierta de fibrocemento 1.83x1.10m               | m2  | 48.80    | 6.36            | 310.37            |
| 7.3                      | Caballetes de fibrocemento                        | u   | 6.00     | 7.76            | 46.56             |
| <b>Subtotal 7</b>        |   |     |          |                 | <b>597.12</b>     |
| <b>VIII</b>              | <b>PIEZAS SANITARIAS</b>                          |     |          |                 |                   |
| 8.1                      | Lavaplatos de hierro enlozado un pozo             | u   | 1.00     | 36.78           | 36.78             |
| 8.2                      | Inodoro blanco nacional                           | u   | 1.00     | 63.39           | 63.39             |
| 8.3                      | lavamanos blanco una llave                        | u   | 1.00     | 28.92           | 28.92             |
| 8.4                      | Ducha sencilla                                    | u   | 1.00     | 22.41           | 22.41             |
| 8.5                      | Rejilla de piso 2"                                | u   | 1.00     | 2.18            | 2.18              |
| <b>Subtotal 8</b>        |   |     |          |                 | <b>153.68</b>     |
| <b>IX</b>                | <b>INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUA POTABLE</b> |     |          |                 |                   |
| 9.1                      | Instalación de A. Potable PVC 1/2" *              | pto | 4.00     | 13.61           | 54.44             |
| 9.2                      | Canalización PVC 50 mm                            | pto | 3.00     | 22.07           | 66.21             |
| 9.3                      | Canalización PVC 110 mm                           | pto | 1.00     | 17.60           | 17.60             |
| 9.4                      | Tubería PVC 50 mm                                 | ml  | 6.00     | 4.22            | 25.32             |
| 9.5                      | Tubería PVC 110 mm                                | ml  | 3.00     | 7.06            | 21.18             |
| 9.6                      | Caja de revisión 60 x 60 x 60 cm                  | u   | 1.00     | 56.42           | 56.42             |
| <b>Subtotal 9</b>        |   |     |          |                 | <b>241.17</b>     |
| <b>X</b>                 | <b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>                   |     |          |                 |                   |
| 10.1                     | Punto de luz                                      | pto | 6.00     | 14.95           | 89.70             |
| 10.2                     | Tomacorriente doble                               | pto | 4.00     | 13.98           | 55.92             |
| 10.3                     | Caja térmica 4 puntos                             | u   | 1.00     | 39.17           | 39.17             |
| <b>Subtotal 10</b>       |   |     |          |                 | <b>184.79</b>     |
| <b>XI</b>                | <b>ACABADOS</b>                                   |     |          |                 |                   |
| 11.1                     | Mesón de cocina f'c = 180 kg/cm2                  | ml  | 1.00     | 26.97           | 26.97             |
| 11.2                     | Alisado de mesón de cocina. Tipo C                | ml  | 1.00     | 7.09            | 7.09              |
| 11.3                     | Bordillo de tina de baño f'c = 180 kg/cm2         | ml  | 1.24     | 5.72            | 7.09              |
| 11.4                     | Acera perimetral f'c = 180 kg/cm2                 | m2  | 8.35     | 13.55           | 113.14            |
| 11.5                     | Azulejo en paredes                                | m2  | 5.56     | 12.69           | 70.56             |
| 11.6                     | Azulejo en piso                                   | m2  | 3.08     | 14.75           | 45.43             |
| <b>Subtotal 11</b>       |   |     |          |                 | <b>270.28</b>     |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b> |   |     |          |                 | <b>\$7 452.39</b> |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

## 10.6. Presupuesto Vivienda Tipo A1(MIDUVI), Reconfigurada, usando Concreto Ecológico

### CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS

DIRECCION PROVINCIAL MIDUVI CHIMBORAZO

PROYECTO: PROPUESTA DE VIVIENDA RECONFIGURADA + CONCRETO ECOLÓGICO

| ITEM   | RUBRO   | U   | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | P.TOTAL           |
|--|---|-----|----------|-----------------|-------------------|
| <b>I PRELIMINARES</b>                                |   |     |          |                 |                   |
| 1.2  | Replanteo   | m2  | 38.90    | 1.04            | 40.46             |
| 1.3  | Excavación de plintos y cimientos                 | m3  | 13.50    | 3.81            | 51.44             |
| <b>Subtotal 1</b>                                    |   |     |          |                 | <b>91.90</b>      |
| <b>II ESTRUCTURA DE HORMIGON</b>                     |   |     |          |                 |                   |
| 2.1  | Plintos de Hormigón Ciclópeo f'c = 210 kg/cm2     | m3  | 4.61     | 55.84           | 257.42            |
| 2.2  | Cimientos de Hormigón Ciclópeo f'c = 180 kg/cm2   | m3  | 2.90     | 54.02           | 156.66            |
| 2.3  | Cadenas inferiores H. Simple f'c = 210 kg/cm2     | m3  | 1.55     | 135.53          | 210.07            |
| 2.4  | Columnas H. Simple f'c = 210 kg/cm2               | m3  | 3.10     | 139.45          | 432.30            |
| 2.5  | Cadenas superiores H. Simple f'c = 210 kg/cm2     | m3  | 2.95     | 139.88          | 412.65            |
| 2.6  | Dinteles H. Simple f'c = 210 kg/cm2               | m3  | 0.06     | 127.63          | 7.66              |
| 2.7  | Acero Refuerzo (todo diámetro)                    | kg  | 900.30   | 2.05            | 1 845.62          |
| <b>Subtotal 2</b>                                    |   |     |          |                 | <b>3 322.38</b>   |
| <b>III MAMPOSTERIA</b>                               |   |     |          |                 |                   |
| 3.1  | Mampostería de ladrillo común                     | m2  | 70.40    | 12.06           | 849.02            |
| <b>Subtotal 3</b>                                    |   |     |          |                 | <b>849.02</b>     |
| <b>IV ENLUCIDOS</b>                                  |   |     |          |                 |                   |
| 4.1  | Enlucido vertical. Tipo B                         | m2  | 144.32   | 5.21            | 751.91            |
| <b>Subtotal 4</b>                                    |   |     |          |                 | <b>751.91</b>     |
| <b>V PISOS</b>                                       |   |     |          |                 |                   |
| 5.1  | Empedrado de contrapiso. e = 12 cm                | m2  | 33.66    | 2.28            | 76.74             |
| 5.2  | Contrapiso de H. Simple f'c = 180 kg/cm2 e = 6 cm | m2  | 33.66    | 6.63            | 223.17            |
| 5.3  | Masillado y alisado de piso Tipo C                | m2  | 35.20    | 3.42            | 120.38            |
| <b>Subtotal 5</b>                                    |   |     |          |                 | <b>420.29</b>     |
| <b>VI CARPINTERIA - HIERRO - MADERA</b>              |   |     |          |                 |                   |
| 6.1  | Puerta metálica sencilla 0.90 - 0.80 - 0.70 m.    | u   | 3.00     | 72.89           | 218.67            |
| 6.2  | Ventanas de hierro con protección                 | m2  | 3.60     | 23.13           | 83.27             |
| 6.3  | Vidrio 3 mm                                       | m2  | 3.60     | 8.41            | 30.28             |
| 6.4  | Puerta panelada de laurel inclu. Cerradura y laca | u   | 1.00     | 102.03          | 102.03            |
| <b>Subtotal 6</b>                                    |   |     |          |                 | <b>434.25</b>     |
| <b>VII CUBIERTA</b>                                  |   |     |          |                 |                   |
| 7.1  | Correas Metálicas                                 | kg  | 100.08   | 2.40            | 240.19            |
| 7.2  | Cubierta de fibrocemento 1.83x1.10m               | m2  | 48.80    | 6.36            | 310.37            |
| 7.3  | Caballetes de fibrocemento                        | u   | 6.00     | 7.76            | 46.56             |
| <b>Subtotal 7</b>                                    |   |     |          |                 | <b>597.12</b>     |
| <b>VIII PIEZAS SANITARIAS</b>                        |   |     |          |                 |                   |
| 8.1  | Lavaplatos de hierro enlazado un pozo             | u   | 1.00     | 36.78           | 36.78             |
| 8.2  | Inodoro blanco nacional                           | u   | 1.00     | 63.39           | 63.39             |
| 8.3  | lavamanos blanco una llave                        | u   | 1.00     | 28.92           | 28.92             |
| 8.4  | Ducha sencilla                                    | u   | 1.00     | 22.41           | 22.41             |
| 8.5  | Rejilla de piso 2"                                | u   | 1.00     | 2.18            | 2.18              |
| <b>Subtotal 8</b>                                    |   |     |          |                 | <b>153.68</b>     |
| <b>IX INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUA POTABLE</b> |   |     |          |                 |                   |
| 9.1  | Instalación de A. Potable PVC 1/2" *              | pto | 4.00     | 13.61           | 54.44             |
| 9.2  | Canalización PVC 50 mm                            | pto | 3.00     | 22.07           | 66.21             |
| 9.3  | Canalización PVC 110 mm                           | pto | 1.00     | 17.60           | 17.60             |
| 9.4  | Tubería PVC 50 mm                                 | ml  | 6.00     | 4.22            | 25.32             |
| 9.5  | Tubería PVC 110 mm                                | ml  | 3.00     | 7.06            | 21.18             |
| 9.6  | Caja de revisión 60 x 60 x 60 cm                  | u   | 1.00     | 56.42           | 56.42             |
| <b>Subtotal 9</b>                                    |   |     |          |                 | <b>241.17</b>     |
| <b>X INSTALACIONES ELECTRICAS</b>                    |   |     |          |                 |                   |
| 10.1   | Punto de luz                                      | pto | 6.00     | 14.95           | 89.70             |
| 10.2   | Tomacorriente doble                               | pto | 4.00     | 13.98           | 55.92             |
| 10.3   | Caja térmica 4 puntos                             | u   | 1.00     | 39.17           | 39.17             |
| <b>Subtotal 10</b>                                   |   |     |          |                 | <b>184.79</b>     |
| <b>XI ACABADOS</b>                                   |   |     |          |                 |                   |
| 11.1   | Mesón de cocina f'c = 180 kg/cm2                  | ml  | 1.00     | 25.17           | 25.17             |
| 11.2   | Alisado de mesón de cocina. Tipo C                | ml  | 1.00     | 7.09            | 7.09              |
| 11.3   | Bordillo de tina de baño f'c = 180 kg/cm2         | ml  | 1.24     | 3.35            | 4.15              |
| 11.4   | Acera perimetral f'c = 180 kg/cm2                 | m2  | 8.35     | 8.28            | 69.14             |
| 11.5   | Azulejo en paredes                                | m2  | 5.56     | 12.69           | 70.56             |
| 11.6   | Azulejo en piso                                   | m2  | 3.08     | 14.75           | 45.43             |
| <b>Subtotal 11</b>                                   |   |     |          |                 | <b>221.54</b>     |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                             |   |     |          |                 | <b>\$7 268.05</b> |

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

## 10.7. Precio Unitario de Producción del Concreto con macadán

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
 PROYECTO: PROPUESTA DE VIVIENDA POPULAR CONFORMADA POR PAREDES  
 DE CONCRETO ELABORADO CON MATERIAL RECICLADO  
 UBICACIÓN: CHIMBORAZO  
 DESCRIPCION: Concreto simple 210 Kg/cm<sup>2</sup>+Cem.Chimb.+Macadán

UNIDAD: m<sup>3</sup>

#### EQUIPOS

| A.-             | DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
|-----------------|-------------|----------|--------|------------|-------------|-------|
|                 |             |          |        |            |             | -     |
|                 |             |          |        |            |             | -     |
|                 |             |          |        |            |             | -     |
|                 |             |          |        |            |             | -     |
| <b>SUBTOTAL</b> |             |          |        |            |             | -     |

#### MANO DE OBRA

| B.-             | DESCRIPCION | CATEGORIA | CANTIDAD | JORNAL/HR | COSTO HORA | RENDIM. | COSTO |
|-----------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|---------|-------|
|                 |             |           |          |           |            |         | -     |
|                 |             |           |          |           |            |         | -     |
|                 |             |           |          |           |            |         | -     |
| <b>SUBTOTAL</b> |             |           |          |           |            |         | -     |

#### MATERIALES

| C.-             | DESCRIPCION      | UNIDAD         | CANTIDAD | PRECIO. UNIT | COSTO        |
|-----------------|------------------|----------------|----------|--------------|--------------|
|                 | Cemento Portland | saco           | 7.94     | 6.29         | 49.94        |
|                 | Macadan          | m <sup>3</sup> | 0.54     | 15.00        | 8.10         |
|                 | Ripio            | m <sup>3</sup> | 0.64     | 15.00        | 9.60         |
|                 | Agua             | m <sup>3</sup> | 0.23     | 0.20         | 0.05         |
|                 |                  |                |          |              | -            |
|                 |                  |                |          |              | -            |
|                 |                  |                |          |              | -            |
| <b>SUBTOTAL</b> |                  |                |          |              | <b>67.69</b> |

#### TRANSPORTE

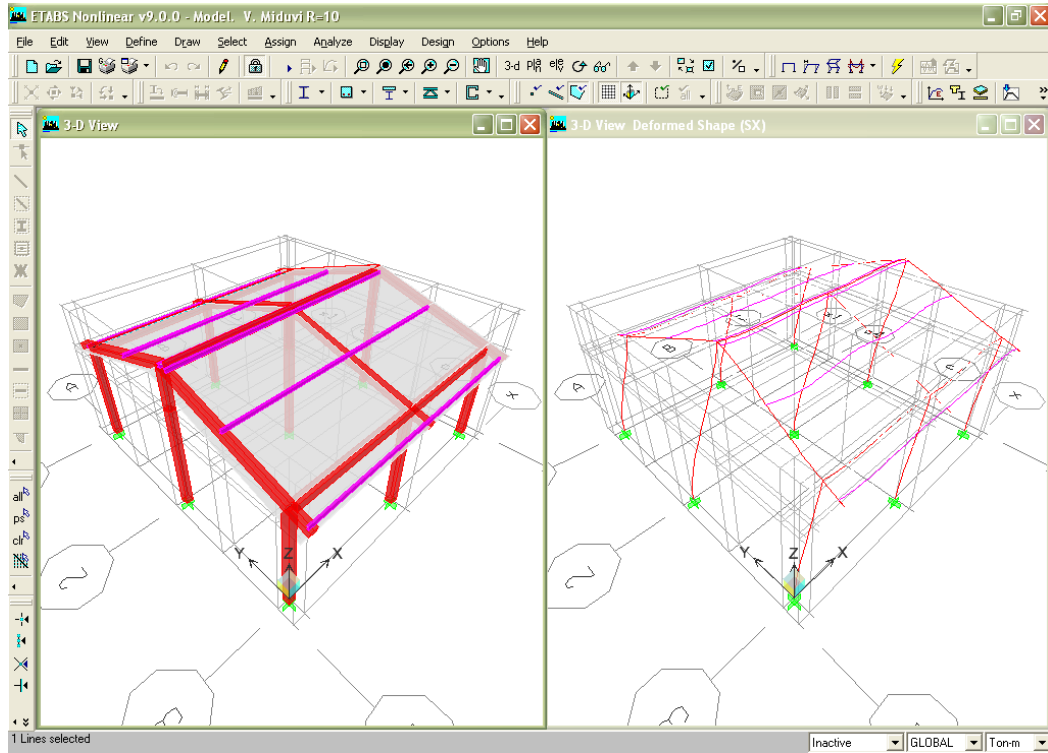
| D.-             | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO. UNIT | COSTO |
|-----------------|-------------|--------|----------|--------------|-------|
|                 |             |        |          |              | -     |
|                 |             |        |          |              | -     |
|                 |             |        |          |              | -     |
|                 |             |        |          |              | -     |
| <b>SUBTOTAL</b> |             |        |          |              | -     |

|                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| TOTAL COSTO DIRECTO              | 67.69        |
| INDIRECTOS Y UTILIDADES (0.00%): | -            |
| OTROS INDIRECTOS                 | -            |
| <b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>     | <b>67.69</b> |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            | <b>67.69</b> |

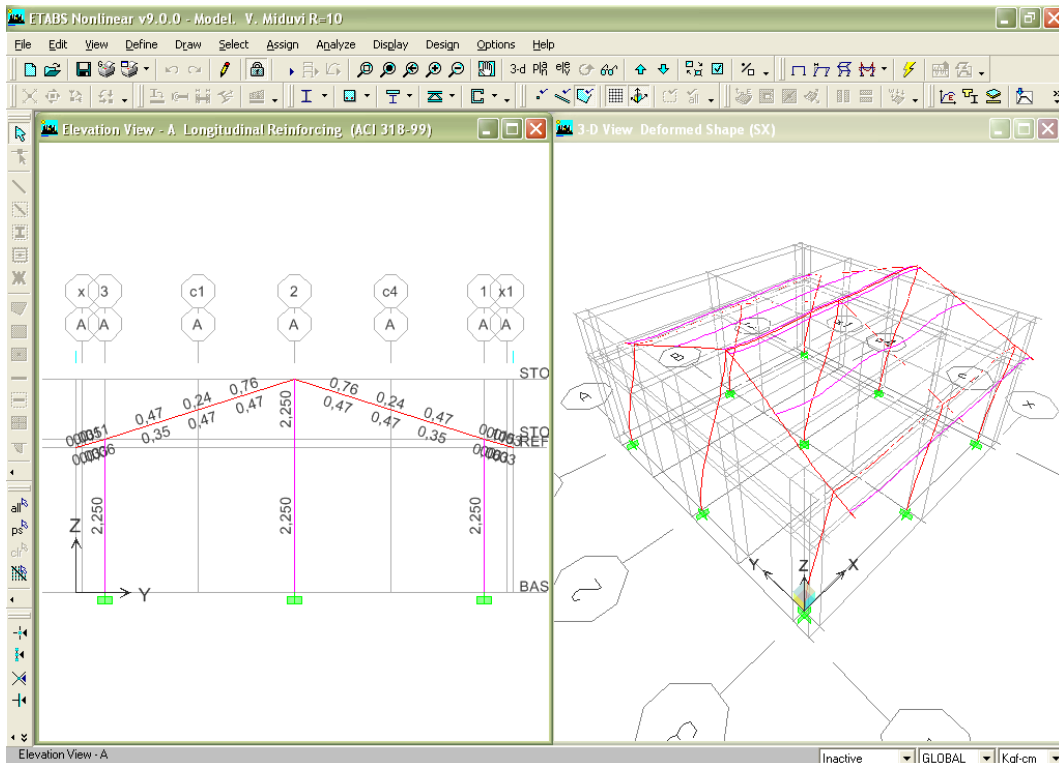


## 10.8. Resultados Modelación vivienda tipo A1 MIDUVI

### ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA



### RESULTADO DEL REFUERZO LONGITUDINAL



## **10.9. Planos de Vivienda con Paredes Portantes**

