

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
Y DEL AMBIENTE**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“USO DE LA DIATOMITA PARA LA ELABORACIÓN DE
BLOQUETAS ARTESANALES DE CONCRETO EN LA
CIUDAD DE AREQUIPA”**

**Tesis presentada por el Bachiller
ALDO ALEJANDRO URDAY OCHOA**

**Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

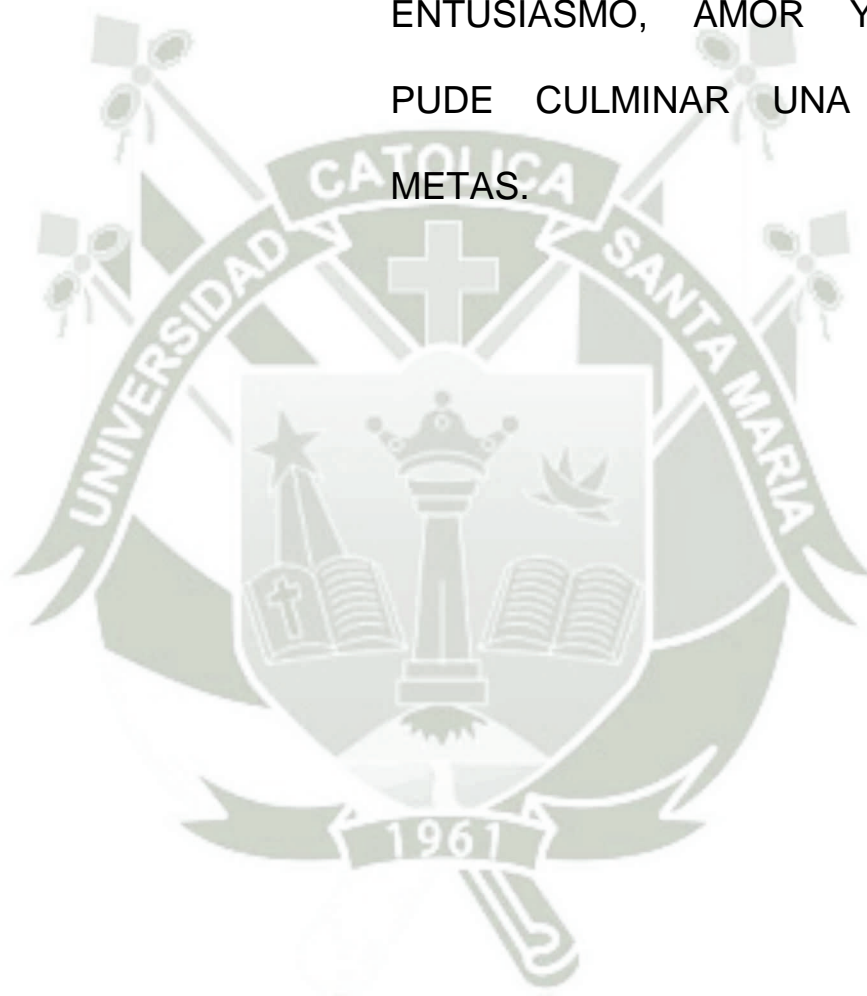
Arequipa – Perú

2015



DEDICATORIA

LA PRESENTE INVESTIGACIÓN
ESTA DIRIGIDA A MIS PADRES Y
HERMANA YA QUE CON SU
ENTUSIASMO, AMOR Y APOYO
PUDE CULMINAR UNA DE MIS
METAS.



AGRADECIMIENTO

- ✓ Agradezco a Dios por ser lo más importante en mi vida y ser mi fortaleza en cada instante, ya que todo lo puedo por medio de Él.
- ✓ A mi familia por ser la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, brindándome su comprensión y todo su amor.
- ✓ A mis docentes, por mi formación académica inculcada a lo largo de mi carrera.
- ✓ A todas las personas que de alguna manera, han colaborado para que pueda culminar esta investigación.

Muchas gracias.

RESUMEN

En la presente investigación se tomó en evaluación el uso de la diatomita, del yacimiento de la ciudad de Arequipa, en el distrito de chiguata, como material para la elaboración de bloquetas artesanales de concreto, evaluada desde el punto de vista del desempeño, economía y medio ambiente.

La diatomita es una roca sedimentaria silícea de origen orgánico, compuesta por esqueletos fosilizados de las frústulas de las diatomeas. Son formadas por la acumulación sedimentaria formando grandes depósitos, siendo suficientes para utilizarlo como potencia comercial. Se utiliza el 60 % de la producción global de diatomita como filtro, especialmente en bebidas como cervezas, vinos, etc. El 40 % restante de producción, se aplica como agente de carga en industrias, siendo en la fabricación de plásticos y pinturas. En el Perú los yacimientos de mayor importancia son los localizados en los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Ica y Piura.

El problema de las bloquetas artesanales es que al pasar de los años se están presentando problemas de resistencia, debido a que no logran alcanzar la resistencia adecuada según la norma peruana. Por ello el interés de realizar esta investigación acerca de un material puzolánico que pueda brindar, incrementos en la resistencia a la compresión, como también en mejorar las propiedades fundamentales del concreto, dándole una mayor importancia en la construcción de bloquetas de concreto con seguridad y ahorro en la construcción.

En la distribución de este trabajo de investigación se divide en cinco capítulos, que son esenciales para la explicación de esta investigación. En el primer

capítulo, la introducción describe el planteamiento del problema y los objetivos a alcanzar, el segundo capítulo, contiene el marco teórico para el conocimiento del procedimiento a desarrollar, el tercer capítulo, está dirigido a los diseños de mezclas de concreto, y los ensayos de los materiales empleados, en el cuarto capítulo, se muestra el análisis de resultados de los ensayos realizados en estado fresco y endurecido. Por último el capítulo cinco consta del análisis de costos de las bloquetas artesanales por unidad de albañilería.

Finalizando el trabajo de investigación se obtuvo satisfactoriamente los resultados en los ensayos a la compresión, logrando alcanzar la resistencia especificada por la norma, aproximadamente a los 14 días de edad, obteniendo un ahorro en tiempo y costos, pudiendo asegurar aún, una mayor resistencia al llegar a los 28 días; también se logró reducir el peso de la bloquetas, debido a la utilización de agregados ligeros.

ABSTRACT

In this research it will be taken in evaluating the use of diatomite reservoir of the city of Arequipa in Chiguata District, as a material for making concrete craft bloquetas assessed from the standpoint of performance, economic and ecological.

Diatomite is a siliceous sedimentary rock of organic origin, composed of fossilized skeletons of the frustules of diatoms. They are formed by the accumulation forming large sedimentary deposits, being sufficient for use as a commercial power. Using 60% of global production of diatomite as a filter, especially in beverages like beer, wine, etc. The remaining 40% of production, is applied as a filler in industries being in the manufacture of plastics and paints. In Peru's most important sites they are located in the departments of Arequipa, Ayacucho, Ica and Piura.

The problem is that artisan bloquetas despite the years are showing resistance problems because they fail to achieve adequate strength under Peruvian standards. Hence the interest of this research about a pozzolanic material that may provide, increases in compressive strength, as well as improve the basic properties of concrete, giving greater importance in building concrete bloquetas safely and savings in the construction.

In the distribution of this research are divided into five chapters that are essential to the explanation of this investigation. In the first chapter, the introduction, where the problem statement and the objectives to be achieved is described, the second chapter, on the theoretical framework for understanding the process to develop, the third chapter, it is aimed at the design of concrete

mixtures , and testing of the materials used in the fourth chapter, the analysis of results of tests conducted in fresh and hardened respectively shown and finally the fifth chapter consists of cost analysis of craft masonry unit bloquetas .

Completing the research results, a greater resistance was successfully obtained in the tests to understanding, managing to reach the resistance specified by the standard, approximately 14 days old, obtaining a savings in time and costs, can further ensure the reach 28 days; also it succeeded in reducing the weight of the bloquetas, due to the use of lightweight aggregates.



ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA..... | 3 |
| AGRADECIMIENTO | 4 |
| RESUMEN | 5 |
| ABSTRACT | 7 |
| INDICE TABLAS..... | 16 |
| ÍNDICE DE CUADROS | 17 |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | 19 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 22 |
| CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN..... | 24 |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 25 |
| 1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 25 |
| 1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 26 |
| 1.2 OBJETIVOS | 26 |
| 1.2.1 OBJETIVO GENERAL..... | 26 |
| 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 26 |
| 1.3 HIPÓTESIS | 27 |
| 1.3.1 ALCANCE..... | 27 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 28 |
| 1.4.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN | 28 |

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO | 30 |
| 2.1 EL CONCRETO | 31 |
| 2.1.1 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL CONCRETO | 31 |
| 2.1.1.1 ESTADO FRESCO | 31 |
| 2.1.1.2 ESTADO ENDURECIDO | 33 |
| 2.2 CONCRETO VIBROCOMPACTADO | 33 |
| 2.2.1 AGREGADOS LIGEROS para bloqueta de concreto | 34 |
| 2.2.1.1 AGREGADOS NATURALES | 35 |
| 2.2.1.2 AGREGADOS ARTIFICIALES | 36 |
| 2.2.2 CONCRETO SECO | 36 |
| 2.2.3.1 PREFABRICADOS DE CONCRETO | 38 |
| 2.2.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS | 38 |
| A. SEGÚN SU PESO Y DIMENSIONES | 39 |
| B. SEGÚN SU FORMA | 40 |
| 2.3 BLOQUETAS DE CONCRETO | 41 |
| 2.3.1 APLICACIÓN Y FORMAS DE EMPLEO | 42 |
| 2.3.2 DIMENSIONES DE BLOQUETAS DE CONCRETO | 43 |
| 2.3.3 NORMAS TÉCNICAS PERUANAS | 44 |
| 2.3.4 VENTAJAS CONSTRUCTIVAS | 45 |
| 2.3.4.1 Economía | 45 |
| 2.3.4.2 Resistencia | 46 |
| 2.3.5 RESISTENCIA DE BLOQUETAS DE CONCRETO | 47 |
| 2.3.6 SECUENCIA DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO | 48 |
| 2.4 ADICIONES MINERALES | 50 |
| 2.4.1 VENTAJAS DE LAS ADICIONES | 50 |
| 2.5 PIEDRA POMEZ | 51 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PIEDRA POMEZ..... | 52 |
| 2.5.2 USOS Y APLICACIONES DE LA PIEDRA POMEZ..... | 52 |
| 2.6 DIATOMITA..... | 54 |
| 2.6.1 ORIGEN DE LA DIATOMITA..... | 54 |
| | 56 |
| 2.6.2 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA DIATOMITA..... | 56 |
| 2.6.3 APLICACIONES Y USO DE LA DIATOMITA..... | 57 |
| 2.6.4 DIATOMITA EN EL PERÚ..... | 59 |
| 2.6.4.1 DEPÓSITOS DE DIATOMITA EN EL PERÚ..... | 61 |
| 2.6.4.1.1 DEPÓSITOS DE ORIGEN MARINO..... | 62 |
| 2.6.4.1.2 DEPÓSITOS DE ORIGEN LACUSTRE..... | 63 |
| 2.6.4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS DE DIATOMITA EN EL PERÚ..... | 64 |
| 2.7 MATERIALES CONSTITUYENTES DEL DISEÑO DE MEZCLA..... | 65 |
| 2.7.1 CEMENTO..... | 65 |
| 2.7.1.1 Cemento portland..... | 65 |
| 2.7.1.2 Tipos de cemento portland..... | 65 |
| 2.7.2 AGREGADOS..... | 67 |
| 2.7.2.1 Propiedades físicas y químicas de los agregados..... | 68 |
| 2.7.2.2 Impurezas orgánicas..... | 68 |
| 2.7.2.3 UBICACIÓN DE CANTERAS de agregados..... | 70 |
| 2.7.2.3.1 CANTERA PODEROSA..... | 70 |
| 2.7.2.3.2 CANTERA CHIGUATA – QUEBRADA AGUA SALADA..... | 71 |
| 2.7.2.3.3 CANTERA BEDOYA..... | 72 |
| 2.7.2.4 Agregado fino..... | 74 |
| 2.7.2.5 Agregado grueso..... | 74 |
| 2.7.3 AGUA DE DISEÑO..... | 75 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 2.7.3.1 AGUA PARA MEZCLAS..... | 76 |
| 2.7.3.2 AGUA PARA CURADO | 76 |
| 2.7.3.3 ENSAYOS AL AGUA..... | 77 |

CAPITULO 3 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO78

3.1. Ensayos Físicos de los Materiales 79

| | |
|--|-----|
| 3.1.1. Agua..... | 79 |
| 3.1.2. Cemento..... | 79 |
| 3.1.3. Agregado fino | 80 |
| 3.1.3.1 Agregado fino de Chiguata | 80 |
| 3.1.3.1.1 Granulometría del Agregado Fino Chiguata: | 80 |
| 3.1.3.1.2 Peso unitario Suelto y compactado | 82 |
| 3.1.3.1.3 Peso Específico y Absorción de Agregado Fino - Chiguata | 85 |
| 3.1.3.2 Agregado fino de la Poderosa..... | 86 |
| 3.1.3.2.1 Granulometría del Agregado Fino Poderosa..... | 86 |
| 3.1.3.2.2 Peso unitario Suelto y compactado | 87 |
| 3.1.3.2.3 Peso Específico y Absorción de Agregado Fino - La Poderosa | 90 |
| 3.1.3.3 Agregado FINO DIATOMITA..... | 91 |
| 3.1.3.3.1 Granulometría del Agregado Fino Diatomita:..... | 91 |
| 3.1.3.3.2 Peso unitario Suelto y compactado | 92 |
| 3.1.3.3.3 Peso Específico y Absorción de Agregado Fino – Diatomita | 95 |
| 3.1.4 Agregado grueso | 96 |
| 3.1.4.1 Agregado grueso de Chiguata..... | 96 |
| 3.1.4.1.1 Granulometría del Agregado Grueso Chiguata:..... | 96 |
| 3.1.4.1.2 Peso unitario Suelto y compactado..... | 98 |
| 3.1.4.1.3 Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso - Chiguata | 101 |
| 3.1.4.2 Agregado Grueso de la Poderosa | 102 |
| 3.1.4.2.1 Granulometría del Agregado Grueso la Poderosa | 102 |

| | | |
|-------------------|--|------------|
| 3.1.4.2.2 | Peso unitario Suelto y compactado – La Poderosa | 103 |
| 3.1.4.2.3 | Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso – La Poderosa..... | 106 |
| 3.1.4.3 | Agregado Grueso PIEDRA POMEZ | 107 |
| 3.1.4.3.1 | Granulometría del Agregado Grueso Piedra Pómez..... | 107 |
| 3.1.4.3.2 | Peso unitario Suelto y compactado – Piedra Pómez | 108 |
| 3.1.4.2.3 | Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso – Piedra Pómez | 111 |
| 3.2. | Diseño de mezclas. | 112 |
| 3.2.1. | Especificación de Diseño | 112 |
| 3.2.2. | Diseño de método del módulo de fineza de la combinación de los agregados. | 113 |
| 3.2.2.1 | Secuencia de Diseño de Mezcla..... | 117 |
| 3.3. | Elaboración de Diseños para las probetas de concreto..... | 130 |
| 3.3.1. | Descripción de los Diseños realizados..... | 130 |
| 3.3.2. | Presentación de Diseños Globales | 131 |
| 3.3.2.1. | Diseño con Piedra confitillo 3/8” + Arena + Diatomita..... | 131 |
| 3.3.2.2. | Diseño con Piedra confitillo 3/8”+ Piedra Pómez + Arena + Diatomita | 135 |
| 3.3.2.3 | Diseño con Piedra confitillo 3/8” + Piedra Pómez + Diatomita | 139 |
| 3.4. | Selección de Diseño de Mezcla para la elaboración de las Bloquetas de concreto para muros portantes. | 142 |
| 3.4.1. | Bloquetas elaboradas con Piedra confitillo 3/8” + Arena + Diatomita..... | 144 |
| 3.4.2. | Bloquetas elaboradas con Piedra confitillo 3/8”+ Piedra Pómez + Arena + Diatomita | 146 |
| 3.4.3. | Bloquetas elaboradas con Piedra confitillo 3/8” + Piedra Pómez + Diatomita | 148 |
| 3.5 | SECUENCIA DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETOS | 151 |
| CAPITULO 4 | ANÁLISIS DE RESULTADOS | 156 |
| 4.1. | Análisis de los resultados obtenidos de las Probetas Elaboradas..... | 157 |
| 4.1.1. | Análisis de los resultados obtenidos a la resistencia a compresión | 158 |

| | |
|--|------------|
| 4.1.2 Análisis de los resultados de Absorción de las Probetas elaboradas. | 177 |
| 4.1.2.1 ABSORCIÓN DE PROBETAS CON LA RELACIÓN AGUA /CEMENTO 0.75 | 179 |
| 4.1.2.2 ABSORCIÓN DE PROBETAS CON LA RELACIÓN AGUA /CEMENTO 0.70 | 181 |
| 4.1.2.3 ABSORCIÓN DE PROBETAS CON LA RELACIÓN AGUA /CEMENTO 0.65 | 183 |
| 4.2. Resultados de los ensayos realizados a las Bloquetas de concreto empleando la norma de Albañilería E.070. | 185 |
| 4.2.1. Análisis de los resultados a compresión por unidad de bloqueta para muro portante. | 185 |
| 4.2.1.1. Resultados a la compresión de $f'c = 50 \text{ Kg/cm}^2$ | 186 |
| 4.2.1.2. Resultados a la compresión de $f'c = 65 \text{ Kg/cm}^2$ | 192 |
| 4.2.1.3. Resultados a la compresión de $f'c = 85 \text{ Kg/cm}^2$ | 198 |
| 4.2.2. Análisis de los resultados a compresión por pilas de bloqueta para muro portante. | 204 |
| 4.2.2.1 Fabricación de pilas | 204 |
| 4.2.2.1.1 MORTERO | 204 |
| 4.2.2.1.2 ELABORACIÓN DE PILAS | 205 |
| 4.2.2.1.3 CURADO Y ALMACENAJE DE PILAS DE CONCRETO | 206 |
| 4.2.2.2. Resultados a la compresión de $f'c = 74 \text{ Kg/cm}^2$ | 207 |
| 4.2.2.3 Resultados a la compresión de $f'c = 85 \text{ Kg/cm}^2$ | 209 |
| 4.2.2.4. Resultados a la compresión de $f'c = 120 \text{ Kg/cm}^2$ | 211 |
| 4.2.3. Análisis de comparación de pesos de bloquetas para muro portantes. | 213 |
| 4.2.3.1. Pesos de bloquetas para un $f'c = 50 \text{ Kg/cm}^2$ | 213 |
| 4.2.3.2. Pesos de bloquetas para un $f'c = 65 \text{ Kg/cm}^2$ | 215 |
| 4.2.3.3. Pesos de bloquetas para un $f'c = 85 \text{ Kg/cm}^2$ | 217 |
| CAPITULO 5 ANÁLISIS DE COSTO | 219 |
| 5.1 Análisis de costos UNITARIO de las bloquetas de concreto elaboradas. | 220 |
| 5.1.1 Costo de bloquetas elaboradas para una $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$ | 220 |

| | |
|---|------------|
| 5.1.2 Costo de bloquetas elaboradas para una $f'c = 65 \text{ kg/cm}^2$ | 227 |
| 5.1.3 Costo de bloquetas elaboradas para una $f'c = 85 \text{ kg/cm}^2$ | 234 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 241 |
| CONCLUSIONES..... | 241 |
| RECOMENDACIONES..... | 244 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 246 |
| ANEXOS..... | 247 |



INDICE TABLAS

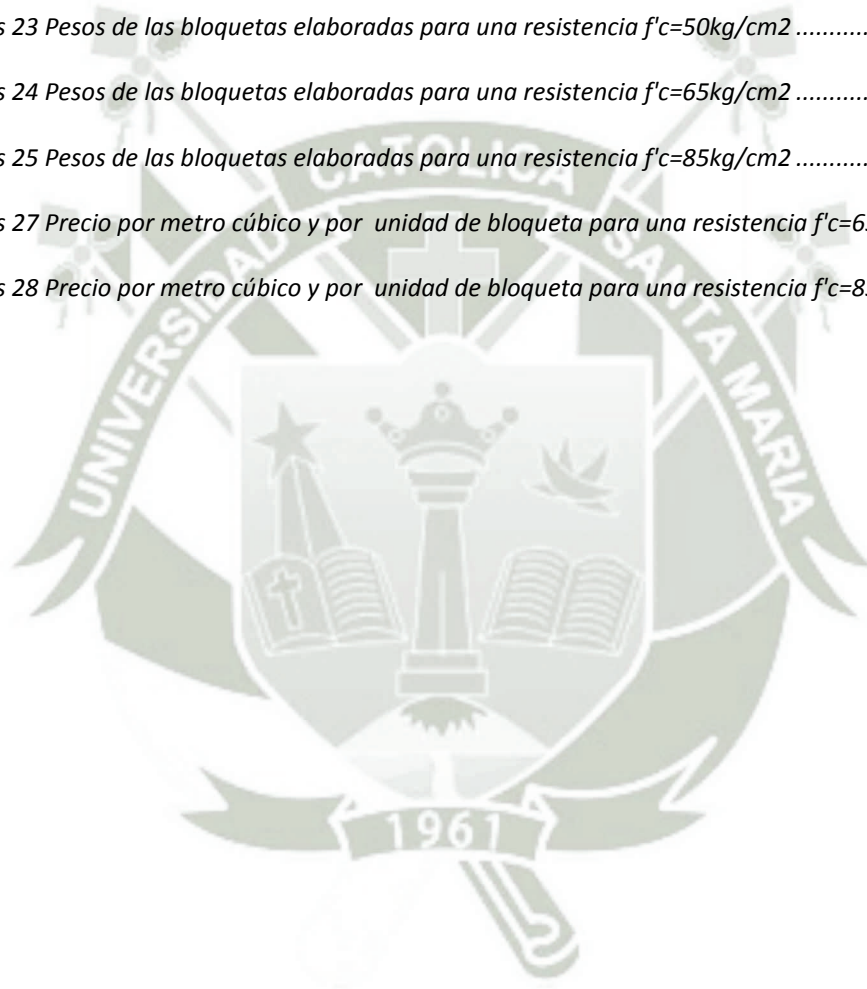
| | |
|--|------------|
| <i>Tabla 1 Consistencia del Concreto Fresco</i> | <i>37</i> |
| <i>Tabla 2 Resistencias según Norma de Albañilería E-070</i> | <i>47</i> |
| <i>Tabla 3 Abaco para la selección de agua de diseño.....</i> | <i>117</i> |
| <i>Tabla 4 Abaco para la relación de finos.....</i> | <i>123</i> |
| <i>Tabla 5 Características de resistencia de la albañilería según la norma E-070.</i> | <i>185</i> |



INDICE DE CUADROS

| | |
|---|-----|
| <i>Cuadros 1 Granulometría Arena Chiguata</i> | 81 |
| <i>Cuadros 2 Granulometría Arena Poderosa</i> | 86 |
| <i>Cuadros 3 Granulometría de la Diatomita</i> | 91 |
| <i>Cuadros 4 Granulométrica Agregado Grueso Chiguata</i> | 97 |
| <i>Cuadros 5 Curva Granulométrica Agregado grueso Poderosa</i> | 102 |
| <i>Cuadros 6 Granulometría de la Piedra Pómez</i> | 107 |
| <i>Cuadros 7 Resumen de los resultados de los ensayos de los agregados</i> | 128 |
| <i>Cuadros 8 DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD CON RELACIÓN A/C 0.75 PARA UNA RESISTENCIA</i> <i>f'c=50kg/cm2</i> | 168 |
| <i>Cuadros 9 DISEÑO DOSIFICADO POR PIE CÚBICO RELACIÓN A/C 0.75 PARA UNA RESISTENCIA</i> <i>f'c=50kg/cm2</i> | 169 |
| <i>Cuadros 10 DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD CON RELACIÓN A/C 0.70 PARA UNA RESISTENCIA</i> <i>f'c=65kg/cm2</i> | 171 |
| <i>Cuadros 11 DISEÑO DOSIFICADO POR PIE CÚBICO RELACIÓN A/C 0.70 PARA UNA RESISTENCIA</i> <i>f'c=65kg/cm2</i> | 172 |
| <i>Cuadros 12 DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD CON RELACIÓN A/C 0.65 PARA UNA RESISTENCIA</i> <i>f'c=85kg/cm2</i> | 174 |
| <i>Cuadros 13 DISEÑO DOSIFICADO POR PIE CÚBICO RELACIÓN A/C 0.65 PARA UNA RESISTENCIA</i> <i>f'c=85kg/cm2</i> | 175 |
| <i>Cuadros 14 Absorción de probetas con la relación a/c 0.75</i> | 179 |
| <i>Cuadros 15 Absorción de probetas con la relación a/c 0.70</i> | 181 |
| <i>Cuadros 16 Absorción de probetas con la relación a/c 0.65</i> | 183 |
| <i>Cuadros 17 Roturas de las bloquetas para una compresión f'c=50kg/cm2, para los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | 187 |

| | |
|---|------------|
| <i>Cuadros 18 Roturas de las bloquetas para una compresión $f'c=65\text{kg/cm}^2$, para los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>193</i> |
| <i>Cuadros 19 Roturas de las bloquetas para una compresión $f'c=85\text{kg/cm}^2$, para los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>199</i> |
| <i>Cuadros 20 Rotura de pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=74 \text{ kg/cm}^2$.....</i> | <i>207</i> |
| <i>Cuadros 21 Rotura de pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=85 \text{ kg/cm}^2$.....</i> | <i>209</i> |
| <i>Cuadros 22 Rotura de pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=120 \text{ kg/cm}^2$.....</i> | <i>211</i> |
| <i>Cuadros 23 Pesos de las bloquetas elaboradas para una resistencia $f'c=50\text{kg/cm}^2$</i> | <i>213</i> |
| <i>Cuadros 24 Pesos de las bloquetas elaboradas para una resistencia $f'c=65\text{kg/cm}^2$</i> | <i>215</i> |
| <i>Cuadros 25 Pesos de las bloquetas elaboradas para una resistencia $f'c=85\text{kg/cm}^2$</i> | <i>217</i> |
| <i>Cuadros 27 Precio por metro cúbico y por unidad de bloqueta para una resistencia $f'c=65\text{kg/cm}^2$</i> | <i>232</i> |
| <i>Cuadros 28 Precio por metro cúbico y por unidad de bloqueta para una resistencia $f'c=85\text{kg/cm}^2$</i> | <i>239</i> |



ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|------------|
| <i>Gráfico 1 Curva Granulométrica Arena Chiguata</i> | <i>81</i> |
| <i>Gráfico 2 Curva granulométrica de la Arena Poderosa.....</i> | <i>87</i> |
| <i>Gráfico 3 Curva Granulométrica de la Diatomita</i> | <i>92</i> |
| <i>Gráfico 4 Curva Granulométrica Agregado Grueso Chiguata</i> | <i>98</i> |
| <i>Gráfico 5 Curva Granulométrica del Agregado grueso Poderosa</i> | <i>103</i> |
| <i>Gráfico 6 Curva Granulométrica de la Piedra Pomez.....</i> | <i>108</i> |
| <i>Gráfico 7 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.85</i> | <i>161</i> |
| <i>Gráfico 8 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.80</i> | <i>162</i> |
| <i>Gráfico 9 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.75</i> | <i>163</i> |
| <i>Gráfico 10 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.70</i> | <i>164</i> |
| <i>Gráfico 11 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.65</i> | <i>165</i> |
| <i>Gráfico 12 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.60</i> | <i>166</i> |
| <i>Gráfico 13 Diseño Seleccionado relación a/c 0.75 para alcanzar resistencia a la compresión f'c=50</i> <i>kg/cm2 a los 14 días de edad.....</i> | <i>170</i> |
| <i>Gráfico 14 Diseño Seleccionado relación a/c 0.70 para alcanzar resistencia a la compresión f'c=65</i> <i>kg/cm2 a los 14 días de edad.....</i> | <i>173</i> |
| <i>Gráfico 15 Diseño Seleccionado relación a/c 0.65 para alcanzar resistencia a la compresión f'c=85</i> <i>kg/cm2 a los 14 días de edad.....</i> | <i>176</i> |
| <i>Gráfico 16 Resumen de la absorción de probetas con la relación a/c 0.75</i> | <i>180</i> |
| <i>Gráfico 17 Resumen de la absorción de probetas con la relación a/c 0.70</i> | <i>182</i> |
| <i>Gráfico 18 Resumen de la absorción de probetas con la relación a/c 0.65</i> | <i>184</i> |
| <i>Gráfico 19 Resumen de resistencias con la primera combinación para una compresión f'c=50kg/cm2 en</i> <i>los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>188</i> |
| <i>Gráfico 20 Resumen de resistencias con la Segunda combinación para una compresión f'c=50kg/cm2 en</i> <i>los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>189</i> |

| | |
|---|------------|
| <i>Gráfico 21 Resumen de resistencias con la Tercera combinación para una compresión $f'c=50\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>190</i> |
| <i>Gráfico 22 Resumen de los diferentes combinaciones de la evolución de la compresión $f'c=50\text{kg/cm}^2$, de las bloquetas a los 3, 7, 14 y 21 días de edad.</i> | <i>191</i> |
| <i>Gráfico 23 Resumen de resistencias con la Primera combinación para una compresión $f'c=65\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>194</i> |
| <i>Gráfico 24 Resumen de resistencias con la Segunda combinación para una compresión $f'c=65\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>195</i> |
| <i>Gráfico 25 Resumen de resistencias con la Tercera combinación para una compresión $f'c=65\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>196</i> |
| <i>Gráfico 26 Resumen de los diferentes combinaciones de la evolución de la compresión $f'c=65\text{kg/cm}^2$, de las bloquetas a los 3, 7, 14 y 21 días de edad.</i> | <i>197</i> |
| <i>Gráfico 27 Resumen de resistencias con la Primera combinación para una compresión $f'c=85\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>200</i> |
| <i>Gráfico 28 Resumen de resistencias con la Segunda combinación para una compresión $f'c=85\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>201</i> |
| <i>Gráfico 29 Resumen de resistencias con la Tercera combinación para una compresión $f'c=85\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7,14 y 21 días de edad de las bloquetas.</i> | <i>202</i> |
| <i>Gráfico 30 Resumen de los diferentes combinaciones de la evolución de la compresión $f'c=85\text{kg/cm}^2$, de las bloquetas a los 3, 7, 14 y 21 días de edad.</i> | <i>203</i> |
| <i>Gráfico 31 Evolución de las pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=74\text{ kg/cm}^2$</i> | <i>208</i> |
| <i>Gráfico 32 Evolución de las pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=85\text{ kg/cm}^2$</i> | <i>210</i> |
| <i>Gráfico 33 Evolución de las pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=120\text{ kg/cm}^2$</i> | <i>212</i> |
| <i>Gráfico 34 Diferencia de peso promedio de la bloquetas para una resistencia $f'c=50\text{kg/cm}^2$</i> | <i>214</i> |
| <i>Gráfico 35 Diferencia de peso promedio de la bloquetas para una resistencia $f'c=65\text{kg/cm}^2$</i> | <i>216</i> |
| <i>Gráfico 36 Diferencia de peso promedio de la bloquetas para una resistencia $f'c=85\text{kg/cm}^2$</i> | <i>218</i> |
| <i>Gráfico 37 Precio por unidad de bloqueta para una resistencia $f'c=50\text{kg/cm}^2$</i> | <i>226</i> |
| <i>Gráfico 38 Precio por unidad de bloqueta para una resistencia $f'c=65\text{kg/cm}^2$</i> | <i>233</i> |

Gráfico 39 Precio por unidad de bloqueta para una resistencia $f'c=85\text{kg/cm}^2$ 240



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1 Empleo de prefabricados para edificaciones</i> | 39 |
| <i>Figura 2 Montaje de prefabricados para puentes</i> | 40 |
| <i>Figura 3 Bloqueta de concreto Prefabricada</i> | 41 |
| <i>Figura 4 Construcción de Viviendas Unifamiliares con Bloquetas</i> | 42 |
| <i>Figura 5 Construcción de Viviendas Multifamiliares con Bloquetas</i> | 43 |
| <i>Figura 6 Cerco Perimétrico de bloquetas de concreto con buen acabado</i> | 45 |
| <i>Figura 8 Muestra de Piedra Pómez</i> | 51 |
| <i>Figura 9 Empleo de piedra pómez para elaboración de Bloquetas Industriales.</i> | 53 |
| <i>Figura 10 Diferentes tamaños y usos para la piedra pómez</i> | 53 |
| <i>Figura 11 Ampliación 40x de la diatomita.</i> | 54 |
| <i>Figura 12 Tipos de Frústulas de diátomeas.....</i> | 56 |
| <i>Figura 13 Yacimientos de Diatomita en el Perú</i> | 60 |
| <i>Figura 14 Yacimientos de Diatomita en la Región de Arequipa</i> | 61 |
| <i>Figura 15 Depósito de Origen Marino en el Perú</i> | 62 |
| <i>Figura 16 Depósito de Origen Lacustre en el Perú</i> | 63 |
| <i>Figura 17 Diferentes colores patrones para el ensayo de impurezas orgánicas.....</i> | 69 |
| <i>Figura 18 Ubicación de la Cantera La poderosa.....</i> | 70 |
| <i>Figura 19 Ubicación de la Cantera Chiguata- Agua Salada</i> | 71 |
| <i>Figura 20 Ubicación de la Cantera La Bedoya.....</i> | 72 |
| <i>Figura 21 Perfil Estratigráfico de la Cantera La Bedoya</i> | 73 |
| <i>Figura 22 Diatomita en estado natural en la cantera La Bedoya</i> | 73 |
| <i>Figura 23 Tamices Granulométricos del Agregado fino.....</i> | 80 |
| <i>Figura 24 Peso Unitario Suelto y compactado de la Arena Chiguata</i> | 82 |
| <i>Figura 25 Peso Unitario Suelto y compactado de la Arena Poderosa</i> | 87 |
| <i>Figura 26 Ensayo Peso unitario suelto y compactado de la Diatomita.....</i> | 92 |

| | |
|---|------------|
| <i>Figura 27 Mallas Granulométricas para Agregado Grueso Chiguata.....</i> | <i>96</i> |
| <i>Figura 28 Ensayo peso unitario suelto y compactado Agregado grueso Chiguata.....</i> | <i>98</i> |
| <i>Figura 29 Ensayo Peso unitario suelto y compactado Agregado grueso Poderosa</i> | <i>103</i> |
| <i>Figura 30 Ensayo Peso unitario suelto y compactado de la Piedra Pómez</i> | <i>108</i> |
| <i>Figura 31 Probetas elaboradas por día.....</i> | <i>130</i> |
| <i>Figura 32 Máquina a la compresión del laboratorio de la UCSM</i> | <i>158</i> |
| <i>Figura 33 Rotura de Probeta en el laboratorio de la UCSM.....</i> | <i>159</i> |
| <i>Figura 34 Ensayo de absorción probetas superficialmente secas.....</i> | <i>178</i> |
| <i>Figura 35 Ensayo de absorción secado de probetas en horno del laboratorio para obtener su peso seco.</i> | <i>178</i> |
| <i>Figura 36 Ensayo a la compresión de la bloqueta de concreto artesanal.....</i> | <i>186</i> |
| <i>Figura 37 Ensayo a la compresión realizado en laboratorio de UCSM.</i> | <i>192</i> |
| <i>Figura 38 Toma de dato de la presión que logran resistir cada unidad de bloqueta.....</i> | <i>198</i> |
| <i>Figura 39 Mezcla para mortero</i> | <i>204</i> |
| <i>Figura 40 Colocación y nivelado del mortero en la bloqueta.....</i> | <i>205</i> |
| <i>Figura 41 Proceso de asentado de bloquetas con mortero formando las pilas.....</i> | <i>205</i> |
| <i>Figura 42 Curado de pilas siendo humedecidas.....</i> | <i>206</i> |
| <i>Figura 43 Pilas almacenada en una área protegida.</i> | <i>206</i> |
| <i>Figura 44 Ensayo a compresión axial de pilas.....</i> | <i>207</i> |
| <i>Figura 45 Compresión axial de pilas en el laboratorio de UCSM</i> | <i>211</i> |



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 .1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años el boom del sector construcción en la ciudad de Arequipa se ha ido desarrollando de forma acelerada, es así que la aparición de modernos y novedosos centros comerciales, complejos habitacionales, departamentos, casas, etc. le ha dado a la ciudad un carácter de modernidad.

Uno de los problemas presentes en nuestra ciudad referida al sector construcción es la expansión poblacional que se ha dado en los alrededores de la ciudad, donde por las distancias del centro de la ciudad a estos lugares, el presupuesto de una construcción se eleva por el costo de transporte de ciertos materiales, sin embargo con el fin de optimizar recursos, es que se propone la elaboración de bloquetas artesanales de concreto, empleando Diatomita como parte del agregado en las mezclas de concreto, ya que al contar con gran cantidad de este material en la zona, complementaría y mejoraría a los agregados que se tienen en esta parte de la ciudad.

Este incremento poblacional ha desarrollado directamente la construcción de viviendas elaboradas con materiales nobles, por lo que la elaboración de bloquetas artesanales se han convertido habituales en las construcciones de viviendas, sin embargo en muchas situaciones su calidad de elaboración ha repercutido en

su resistencia a compresión, generando mayores costos de reparación.

1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a que muchas veces las bloquetas artesanales fabricadas en la ciudad de Arequipa, no alcanzan la resistencia adecuada para su uso en la construcción de viviendas unifamiliares, ponen en riesgo la integridad de la población que utiliza este material.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar bloquetas artesanales, logrando la resistencia que estipula la norma para la construcción de viviendas unifamiliares, utilizando la diatomita, como parte del agregado en la elaboración de bloquetas de concreto.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar un diseño de mezcla adecuado para la elaboración de las bloquetas de concreto, utilizando Diatomita como parte del agregado en la Mezclas.
- Alcanzar las resistencias a compresión de las bloquetas para muros portantes, para la adecuada construcción de viviendas unifamiliares.
- Combinar los agregados empleando la Diatomita, para alcanzar resistencias a la compresión de $f'c = 50, 65$ y 85 Kg/cm^2 .

- Elaborar bloquetas y probetas con estas sustituciones y/o combinaciones.
- Elaborar probetas y bloquetas de concreto para evaluar su resistencia a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días.
- Realizar ensayos de Absorción a las probetas de concreto con Diatomita.
- Realizar pilas de bloquetas de concreto para muros portantes.
- Realizar una comparación económica de bloquetas industrial y bloquetas elaboradas con diatomita de manera artesanal.

1.3 HIPÓTESIS

El empleo de la Diatomita como parte del agregado en las mezclas de concreto, podrá mejorar la resistencia a la compresión de las bloquetas artesanales.

1.3.1 ALCANCE

El alcance para la siguiente investigación comprende desde la elaboración y validación del diseños de mezcla del concreto utilizando como agregado la Diatomita del distrito de Chiguata, probando porcentajes de sustitución y/o combinación, hasta la elaboración óptima y realizar un análisis de los resultados de la resistencia del concreto.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el transcurso de la carrera siempre nos inclinaron hacia la solución de problemas, siendo una de las cualidades de un ingeniero civil la innovación, investigación, y la búsqueda de la construcción segura y económica; es de esta manera que se toma la decisión de poner en investigación el empleo de nuevos agregados, que por antecedentes se obtienen buenos resultados, pero que aún no se cuenta con un estudio de estos nuevos agregados en la ciudad de Arequipa.

1.4.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Este material ya estudiado en otros países y otros departamentos del Perú como por ejemplo CEMENTO PACASMAYO fabricando ladrillos de diatomita SOLTEK, tendrían buenas características, como es así gran cantidad de silicio, componente que en el concreto es muy beneficioso, además por características de las partículas reducirían la permeabilidad y porosidad del concreto, propiedades que ayudan directamente en la durabilidad del concreto.

Cementos Pacasmayo decidió complementar la gama de productos que ofrece al sector de la construcción con su línea de ladrillos SOLTEK. De esa manera, busca cubrir la creciente

demanda del mercado, combinando ladrillos maquinados de buena calidad con soluciones constructivas innovadoras.

Su línea de ladrillos tiene como materia prima predominantemente la diatomita, que le otorga al producto final propiedades de ligereza, resistencia inigualable así como propiedades térmicas y acústicas que lo vuelven apto para cualquier tipo de arquitectura.

Además, el uso de la diatomita en la elaboración del ladrillo resulta en un ladrillo de menor peso, obteniéndose un avance más rápido en la obra y ahorro en transporte.

Algunos de los beneficios funcionales de los ladrillos de diatomita son:

- **Ligereza:** Gracias a la diatomita, el peso de estos ladrillos es entre un 15% y un 25% menor que los ladrillos de arcilla tradicionales.
- **Libre de salitre:** La cuidadosa selección y control de calidad de las materias primas empleadas garantizan ladrillos más resistentes al ataque de sulfatos.
- **Resistencia:** Estos ladrillos cumplen con los requisitos exigidos por las normas técnicas peruanas y las normas de albañilería.



2.1 EL CONCRETO

El concreto es el material más utilizado en la construcción, que se produce con la mezcla de los tres componentes principales como son: el cemento, los agregados y el agua. Dado que se trabaja en su forma líquida, prácticamente puede adquirir cualquier forma. Pasa por dos estados, en el primer momento en estado fresco pero al transcurrir de las horas pasa al estado endurecido, teniendo la capacidad de resistir grandes esfuerzos de compresión.

El agua y el cemento reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, formando un material homogéneo. Algunas veces se pueden añadir sustancias llamadas aditivos, que modifican o mejoran algunas propiedades del concreto.

2.1.1 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL CONCRETO

2.1.1.1 ESTADO FRESCO

- **Manejabilidad:** Evita la segregación del concreto en la mezcla y ayuda en la facilidad del manejo del concreto hacia el encofrado. Debido a que en esta investigación se trabajó con mezclas secas, (poco contenido de agua), por lo cual no tuvo una buena manejabilidad; ni en el proceso de las probetas ni en la fabricación de las bloquetas.

- **Trabajabilidad:** La trabajabilidad del concreto, es el esfuerzo para manipular una cantidad de concreto fresco. Los factores que se involucran en la manejabilidad del concreto fresco es el transporte, colocación, compactación y el enrasado. Influenciada principalmente por el cemento, el contenido de agua y el equilibrio de los agregados.

- **Consistencia:** Consiste en medir que tan fluida es la mezcla. La consistencia del concreto se mide con el método tradicional Slump o asentamiento con el cono de Abrams.

La consistencia de la mezcla para la elaboración de bloquetas fue seca, utilizando poco contenido de agua, para poder lograr el moldeo de las bloquetas en estado fresco, sin que estas se deformen a partir del proceso de desmolde.

- **Segregación:** Se produce al realizar el colocado del concreto en el molde o encofrado, empezando el proceso en el cual el cemento y agregados empiezan a descender, mientras el agua tiende a subir, por lo tanto las partículas pesadas van a descender.

En la presente investigación, las mezclas realizadas en probetas no sufrieron de segregación debido a que se realizó una mezcla seca, teniendo una consistencia uniforme.

2.1.1.2 ESTADO ENDURECIDO

- **Resistencia:** es la capacidad que tiene para soportar cargas y esfuerzos, depende mucho de la relación agua/cemento. Los factores que afectan en la resistencia son la temperatura, tiempo y muchas de las propiedades de los agregados.

El curado es un factor indirecto que también puede afectar debido a su proceso de hidratación que tiene con el concreto para poder desarrollar completamente las características de la resistencia del concreto.

- **Durabilidad:** El concreto es capaz de resistir a la intemperie, acción de productos químicos y al desgaste a la cual son sometidas.
- **Generación de calor:** Es la reacción que se produce entre el cemento y el agua produciendo una reacción química que desprenda calor, incrementando la temperatura del concreto y al enfriarse se produce una contracción que podrían generar agrietamientos, se presentan en estructuras de gran espesor.

2.2 CONCRETO VIBROCOMPACTADO

EL concreto vibrocompactado, es un concreto seco y son utilizados especialmente para la elaboración de una amplia gama de productos prefabricados, como adoquines, tuberías, y bloquetas. Debido a su

consistencia seca el desmolde rápido y su asentamiento nulo, estos productos tienen proporciones de materiales y métodos de fabricación diferentes; todos ellos comparten importantes características.

Este concreto vibrocompactado contiene una mezcla de cemento Portland, agregados, agua, aditivos (en algunos casos especiales) y adicionales como el caso de esta investigación que es la diatomita y la piedra pómez. La cantidad de agua en la mezcla depende mucho del peso específico de los agregados. Para la elaboración de un concreto seco vibrocompactado es sometida la mezcla a una vibración mecánica y a presión, donde las partículas del material se acomodan dentro de los moldes establecidos; en cuanto a la mezcla debe ser suficientemente rígida para proceder con el desmolde y que no se deforme. La manejabilidad requerida en estas mezclas se alcanza controlando la cantidad de cemento y la cantidad de agua en la mezcla.

2.2.1 AGREGADOS LIGEROS PARA BLOQUETA DE CONCRETO

Los agregados utilizados en la elaboración de concreto ligero, se caracterizan por su alta porosidad y bajo peso específico.

Por su origen se clasifican en dos grupos: naturales y artificiales:

- Agregados Naturales
- Agregados Artificiales

Las principales propiedades físicas de estos materiales son su densidad, peso específico, porosidad, peso volumétrico, compacidad, contenido de humedad, resistencia y su capacidad de absorción. Se realizan de la misma forma que concretos convencionales pero se deben hacer estas terminaciones ya que en cada caso las propiedades de los materiales son muy distintos, aun siendo del mismo tipo de agregado.

El concreto de agregados ligeros puede ser usado en unidades prefabricadas. Las aplicaciones de este tipo de concreto son muy diversificadas, sobre todo cuando son usadas de forma estructural, ya que son comparables las resistencias que pueda desarrollar un concreto ordinario, es por eso que se puede emplear en todo tipo de estructuras a base de concreto.

Entre las ventajas que se logran mediante su aplicación son: peso propio reducido, facilidad de montaje en caso de elementos prefabricados, mejor resistencia.

2.2.1.1 AGREGADOS NATURALES

Por lo general estos agregados naturales son de origen volcánico, entre los más usados son los siguientes:

- ✓ Pómez
- ✓ Escorias
- ✓ Cenizas volcánicas
- ✓ Diatomita
- ✓ Tezontle

2.2.1.2 AGREGADOS ARTIFICIALES

Por lo general, los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como:

- ✓ Escorias de alto horno.
- ✓ Arcillas expandidas.
- ✓ Clinker.
- ✓ Limaduras de hierro.

Comúnmente estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes.

2.2.2 CONCRETO SECO

El concreto seco o asentamiento nulo, son utilizadas en la prefabricación con un mínimo de plasticidad, que puede no lograr ningún asentamiento utilizando el cono de Abrams.

Para la colocación de la mezcla en sus moldes o encofrados, estos concretos requieren de alta energía de vibración o compactación. Como se suele necesitar altas resistencias estos concretos de prefabricación, necesitan de una elevada cantidad de cemento y tener unos agregados limpios, duros y de buena graduación.

En cuanto a las características de fabricación de este tipo de concreto seco se pueden mencionar las siguientes:

- Recomendable el uso de cemento de bajo calor de hidratación.

- El uso de puzolanas
- Requisitos de graduación menos exigentes en los agregados.
- Contenido de finos no plásticos, puede ser hasta del 10 %.

Quizá dentro del grupo de concretos secos o sin asentamiento debemos mencionar los concretos compactados con rodillo de reciente uso en pavimentos, con bajo contenido de cemento, pero con alta energía de compactación de rodillos estáticos y vibratorios.

| CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO | | |
|---|---------------------------------------|---------------------|
| Consistencia | Asiento en cono de Abrams (cm) | Compactación |
| Seca | 0-2 | Vibrado |
| Plástica | 3-5 | Vibrado |
| Blanda | 6-9 | Picado con barra |
| Fluida | 10-15 | Picado con barra |
| Líquida | 16-20 | Picado con barra |

Tabla 1 Consistencia del Concreto Fresco

2.2.3 EMPLEO DEL CONCRETO VIBROCOMPACTADO

Hoy en día, debido a los adelantos técnicos y buena investigación, se ha podido lograr la sustitución, en la mayoría de casos del apisonado por la vibración con compactación, método que presenta muchas ventajas, teniendo en cuenta varios factores de importancia en el concreto vibrado como: la relación agua / cemento, la granulometría y la frecuencia que se va realizar el vibrado.

Debido a las altas resistencias conseguidas por el concreto vibrado y compactado, en comparación de los compactados manualmente, este método es ampliamente utilizado en la elaboración de elementos prefabricados; vigas, tubos para instalaciones, silos, bloquetas, postes, adoquines y tubos para conducción eléctrica y telefónica.

2.2.3.1 PREFABRICADOS DE CONCRETO

Son elementos o productos de concreto prefabricados o fabricados antes de ser aplicados en obra, de tal forma que durante la obra sean colocados directamente, produciéndose un ahorro en tiempo y recursos. Se tiene una infinidad de tipos y usos de dichos productos prefabricados que pueden ser: desde cercos perimetrales hasta casas completas.

Los beneficios más notorios de este tipo de productos de concreto están en la velocidad y facilidad de colocación, estética, durabilidad, económica, entre otros, de acuerdo al tipo de prefabricado que se requiera utilizar y a su uso.

2.2.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS

PREFABRICADOS

Los elementos prefabricados se clasifican según:

A. SEGÚN SU PESO Y DIMENSIONES

Según el peso y las dimensiones de las piezas prefabricadas, se pueden clasificar en:

- **Prefabricados Livianos:** Son los pequeños elementos prefabricados o ligeros, de peso inferior a los 30 kg, destinados a ser colocados de forma manual por uno o dos operarios.
- **Prefabricados Semipesados:** Su peso es inferior a los 500 kg, destinados a su puesta en obra utilizando medios mecánicos simples a base de poleas, palancas, malacates y barretas.
- **Prefabricados Pesados:** Su peso es superior a 500 kg, requiriéndose para su puesta en obra, maquinaria pesada tales como grúas de gran peso.



Figura 1 Empleo de prefabricados para edificaciones

B. SEGÚN SU FORMA

Según sea su forma, las piezas prefabricadas pueden clasificarse en:

- Bloques: Son elementos prefabricados para construcción de muros. Son auto estable sin necesitar de apoyos auxiliares para su colocación. Por ejemplo: bloques de hormigón, bloques de ladrillo hueco, etc.
- Paneles: Los paneles constituyen placas cuya relación entre grosor y superficie es significativa. Por ejemplo: muros de contención, antepechos, placas de fachadas, placas de yeso, etc.
- Elementos Lineales: Son piezas esbeltas, de sección transversal reducida en relación a su longitud. Por ejemplo: vigas, columnas, pilotes, etc.



Figura 2 Montaje de prefabricados para puentes

2.3 BLOQUETAS DE CONCRETO

Los bloques de concreto son elementos pre moldeado o modular, donde son diseñados para utilizarse en sistemas de albañilería confinada o armada. Para su fabricación se necesitan los materiales usuales del concreto, es decir, piedra, arena, cemento y agua; en donde se puede realizar su elaboración en la misma obra, evitando el transporte de las unidades terminadas, siendo un factor favorables para la ejecución de la construcción, especialmente en los casos que se realizan autoconstrucciones.

Los bloques de concreto son elementos prefabricados que se utilizan como alternativa a los ladrillos de arcilla en la construcción y se clasifican como estructural cuando constituyen muros que deben resistir cargas, y como bloques no estructurales en los casos en que constituyen elementos de cerco o división.

Actualmente existen dos grupos de normas que nos identifican los requisitos mínimos de las bloquetas de concreto; las Normas Técnicas Peruanas NTP y la Norma Técnica de Edificación E-070 de Albañilería. Ambas especifican distintas características para los bloques de concreto y por ese motivo utilizaremos de referencia ambas.

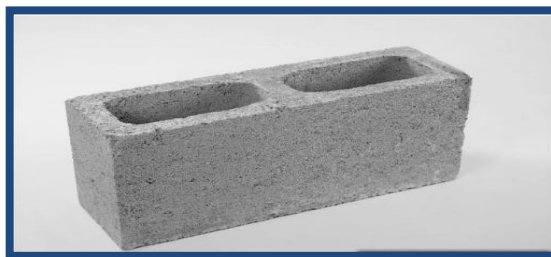


Figura 3 Bloqueta de concreto Prefabricada

2.3.1 APLICACIÓN Y FORMAS DE EMPLEO

Las bloquetas de concreto tienen muchos usos y una gran variedad de aplicaciones en la construcción, desde viviendas hasta edificaciones. Las aplicaciones más importantes son las siguientes:

Muros portantes

- ✓ Viviendas unifamiliares
- ✓ Edificios multifamiliares
- ✓ Centros educativos
- ✓ Tiendas comerciales
- ✓ Almacenes industriales
- ✓ Hoteles, Hostales y Alojamiento

Muros no portantes

- ✓ Cercos
- ✓ Tabiques
- ✓ Parapetos

Otras estructuras

- ✓ Muros de contención
- ✓ Piscinas
- ✓ Cisternas y Reservorios



Figura 4 Construcción de Viviendas Unifamiliares con Bloquetas



Figura 5 Construcción de Viviendas Multifamiliares con Bloquetas

2.3.2 DIMENSIONES DE BLOQUETAS DE CONCRETO

Las dimensiones usualmente consideradas según la NTP 399.602:2002. (UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Bloques de concreto para uso estructural), para los distintos bloques huecos de concreto, asentados con mortero de cemento serán los siguientes:

| LARGO (cm) | ANCHO (cm) | ALTO (cm) |
|------------|------------|-----------|
| 29 | 19 | 29 |
| 39 | 19 | 19 |
| 39 | 29 | 19 |
| 29 | 24 | 29 |

Tabla 1 Dimensiones de las unidades de bloquetas

Para la utilización en albañilería armada y confinada puede emplearse unidades de las siguientes dimensiones:

| LARGO (cm) | ANCHO (cm) | ALTO (cm) |
|------------|------------|-----------|
| 29 | 14 | |
| 39 | 14 | 19 |
| 39 | 12 | |

Tabla 2 Dimensiones de la unidad en albañilería armada y confinada.

En esta investigación se tomaron las siguientes dimensiones de la unidad de albañilería armada y confinada:

- ✓ Largo: 39 centímetros
- ✓ Ancho: 14 centímetros.
- ✓ Alto: 15 centímetros.

A lo largo de la bloqueta se presentan tres perforaciones con un diámetro de 8.5cm aproximado, con una profundidad de 13 cm.

2.3.3 NORMAS TÉCNICAS PERUANAS.

Estas Normas Técnicas Peruanas establecen los requisitos y las exigencias mínimas que deben cumplir en todo aspecto los bloques de concreto para su diseño.

- NTP 399.602 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Bloques de Concreto para uso estructural (2002).
- NTP 399.600 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Bloques de Concreto para uso no estructurales (2002).
- NORMA TÉCNICA E-070 ALBAÑILERÍA (2006)

2.3.4 VENTAJAS CONSTRUCTIVAS

Las ventajas que podemos encontrar en el uso de bloquetas de concreto en el proceso de construcción son:

2.3.4.1 ECONOMÍA

- **Ahorro de tiempo:** por su tamaño se logra un mayor avance en obra.
- **Ahorro en el mortero:** al tener menor espesor entre las juntas de los bloques y menor número de juntas por metro construido, se utiliza menos mortero, lo que significa economía de mano de obra y de materiales.
- **Ahorro en transporte:** Debido a que puede ser elaborados las unidades en obra, evitando el costo del transporte de las unidades fabricadas.
- **Mayor rendimiento por m²:** se utilizan menos unidades por metro cuadrado de muro construido.



Figura 6 Cerco Perimétrico de bloquetas de concreto con buen acabado

2.3.4.2 RESISTENCIA

- **Buen acabado:** sólo necesitan una pequeña capa de tarrajeo o pueden ser cara vista.
- **Durables:** fabricado con cementos resistentes a los ataques de sulfatos.
- **Función estructural:** Se agiliza los trabajos dando una mayor rapidez constructiva, ya que no es necesario contar con tiempos de encofrado ni tiempos de espera para el desencofrado de columnas, vigas, etc.
- **Resistencia a la compresión:** Poseen la suficiente resistencia mecánica para asegurar la transmisión de cargas y garantizar su durabilidad.
- **Resistencia al fuego:** Las piezas conservan sus características estructurales en caso de incendios.

Para la fabricación de los bloquetas de concreto se utilizaron los materiales principales de un concreto convencional, incluyendo a este nuevo diseño de bloquetas la presencia de diatomita y piedra pómez, cumpliendo con las características y propiedades necesarias, también se deberá considerar la relación a/c mínima con el fin de proporcionales características de durabilidad e impermeabilidad. El equipo que utilizaremos para nuestra elaboración de bloquetas de concreto será una pequeña mesa vibradora con moldes metálicos y la compresión manual.

2.3.5 RESISTENCIA DE BLOQUETAS DE CONCRETO

Según la norma E-070, nos indica las resistencias establecidas según norma.

| RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²) | | | | |
|---|-----------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Materia Prima | Denominación | UNIDAD f_b | PILAS f_m | MURETES v_m |
| Arcilla | King Kong Artesanal | 5,4 (55) | 3,4 (35) | 0,5 (5,1) |
| | King Kong Industrial | 14,2 (145) | 6,4 (65) | 0,8 (8,1) |
| | Rejilla Industrial | 21,1 (215) | 8,3 (85) | 0,9 (9,2) |
| Sílice-cal | King Kong Normal | 15,7 (160) | 10,8 (110) | 1,0 (9,7) |
| | Dédalo | 14,2 (145) | 9,3 (95) | 1,0 (9,7) |
| | Estándar y mecano (*) | 14,2 (145) | 10,8 (110) | 0,9 (9,2) |
| Concreto | Bloque Tipo P (*) | 4,9 (50) | 7,3 (74) | 0,8 (8,6) |
| | | 6,4 (65) | 8,3 (85) | 0,9 (9,2) |
| | | 7,4 (75) | 9,3 (95) | 1,0 (9,7) |
| | | 8,3 (85) | 11,8 (120) | 1,1 (10,9) |

Tabla 2 Resistencias según Norma de Albañilería E-070

Teniendo en consideración la presente norma tomamos tres resistencias diferentes para poder realizar nuestro proyecto de investigación, siendo el más bajo el más alto y el medio para poder alcanzar todas las resistencias que nos establece la norma. Siendo los elegidos:

- Por unidad: 50 kg/cm²; 65 kg/cm² y 85kg/cm².
- Por pilas: 75 kg/cm²; 85 kg/cm² y 120 kg/cm².

2.3.6 SECUENCIA DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

A) Dosificación

La dosificación es un término que se toma para definir las cantidades exactas de los agregados, el agua y el cemento, las cuales forman la mezcla para la elaboración de la unidad.

B) Mezclado

Para mezclar el material se utiliza la mezcladora (de tolva o tipo trompo), se inicia mezclando en seco previamente el cemento y los agregados en el trompo hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega el agua y se continúa moviendo la mezcla durante unos minutos, luego se culmina en agregar cementos y la cantidad de agua sobrante hasta alcanzar una consistencia de la mezcla deseada.

C) Moldeado

Ya obtenidas las mezclas se procede a vaciarlas dentro del molde metálico colocado en la mesa vibratoria; este proceso de llenado debe realizarse por capas y con ayuda de una varilla se logrará acomodar la mezcla; siendo la vibración la principal función del moldeado; manteniéndose hasta que aparezca una delgada película de agua en la superficie, lo cual indica que el moldeado

ya está completo y se deberá proseguir con el desmoldado comprimiéndolo hasta que salga del molde metálico.

D) Fraguado

Ya fabricadas las bloquetas, estas deben estar en un lugar que garantice protección del viento y del sol, con la finalidad que puedan fraguar sin poder secarse. El tiempo de fraguado debe ser de cuatro a ocho horas, pero recomendable sería dejarlo por todo un día.

Si estos bloques estuvieran expuesto mucho tiempo al sol o a fuertes vientos se ocasionaría un rápida pérdida del agua contenida en la mezcla, sea un secado prematuro, que al final la resistencia de las bloquetas no llegaría a la requerida.

E) Curado

El curado de los bloques deben mantenerse húmedos para permitir que se pueda continuar la reacción química del cemento, para lograr obtener una buena calidad y alcanzar la resistencia deseada. Por esto es necesario curar los bloques como otro producto de concreto.

Para el proceso de curado debe hacerse periódicamente con agua durante siete días, siendo humedecidas las bloquetas por lo menos tres veces al día. Pueden ser cubiertas también con plástico o costales húmedos evitando que se evaporen. También

otra forma de curar las bloquetas es sumergiendo las bloquetas en una poza o piscina durante un periodo de tres a cuatro días, siendo lo más recomendable para el proceso de curado.

F) Secado y almacenado.

Viene a ser la zona destinada para el almacenamiento de las bloquetas, debiendo ser un área grande para poder mantener la producción de aproximadamente dos semanas; siendo este tiempo para que los bloques terminen de secarse lentamente. Las bloquetas no deben ser tiradas, sino deben ser manipuladas con cuidado y colocarlos de una manera organizada, sin alterar su forma.

2.4 ADICIONES MINERALES

Las adiciones minerales son materiales inorgánicos que se añaden al concreto, en diferentes porcentajes con el fin de mejorar sus propiedades del concreto. Cuando es incorporada una adición a la mezcla del concreto, se produce tres efectos, de acuerdo a las proporciones en que se encuentran mezclado los materiales y de las características químicas, físicas y mineralógicas, variando su importancia de acuerdo al tiempo.

2.4.1 VENTAJAS DE LAS ADICIONES

Estas adiciones pueden ser utilizadas para el mejor desempeño del concreto en su estado fresco y endurecido. Son utilizados para

mejorar la resistencia, durabilidad y el acabado. El bajo peso del concreto es una gran ventaja de las adiciones debido a que cambian en porcentajes partes de agregados pesados en agregados más ligero como la diatomita y la piedra pómez para volverlo un concreto ligero y pueda lograr las propiedades deseadas, también debido a estas adiciones reduce el costo de la mezcla de concreto.

2.5 PIEDRA PÓMEZ

La piedra pómez, pumita o pumicita es un material mineral de origen volcánico, en cuya composición intervienen con mayor porcentaje el sílice y la alúmina. La piedra pómez es una roca con muy alta porosidad, ligera, excelente aislante térmico (mejora la calidad de vida para uso de construcción) y con propiedades de puzolanas, siéndose considerado una puzolana de tipo natural. La explotación de la piedra pómez se hace a tajo abierto, donde puede encontrarse en granos tan finos como la arena y hasta diámetros de más de dos pulgadas.



Figura 7 Muestra de Piedra Pómez

2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PIEDRA PÓMEZ

Entre las características más importantes tenemos:

- ✓ Es un tipo de roca volcánica
- ✓ Su color puede ser blanco grisáceo, ceniza y amarillento.
- ✓ Es una textura porosa, esponjosa y espumante, con una variedad de huecos y cavidades.
- ✓ Tiene una dureza de 5 a 6 Mohs.
- ✓ Una formación porosa y que se constituyen de vidrio en forma de espuma que se forman durante el enfriamiento del magma de una elevada viscosidad.
- ✓ Debido a su ligereza puede flotar sobre el agua debido al aire en sus cavidades.
- ✓ Es resistente al frío, al fuego y a la intemperie libre de sales solubles en agua.

2.5.2 USOS Y APLICACIONES DE LA PIEDRA PÓMEZ

Entre los usos y aplicaciones más comunes tenemos:

- ✓ La piedra pómez es tan suave que puede ser tallada, torneada y grabada con gran facilidad.
- ✓ Debido a su color blanco de gran vistosidad, siendo útil para decoraciones.
- ✓ Como filtrantes en la industria.

- ✓ Como limpieza de superficies delicadas en la construcción civil y monumental, en las que se desea una aplicación suave.
- ✓ La piedra pómez es la materia prima ideal para usarlo en un buen muro, por ser porosa, ligera y dura (dependiendo a la solidez del grano).
- ✓ Se emplean en cultivos diversos, invernaderos y jardinería de paisajes.



Figura 8 Empleo de piedra pómez para elaboración de Bloquetas Industriales.



Figura 9 diferentes tamaños y usos para la piedra pómez

2.6 DIATOMITA

La diatomita es una roca sedimentaria silíceo de grano fino, formada en su mayor parte por acumulación de Frústulas de organismos unicelulares llamadas diatomeas y son de dimensiones microscópicas, formándose una roca permeable y ligera. Estos organismos se forman en aguas dulces y aguas salubres (son más salinas que el agua dulce) donde el agua tiene sílice y nutrientes. Cuando está en estado seco son muy livianas y son capaces de absorber y mantener gran cantidad de líquidos.



Figura 10 Ampliación 40x de la diatomita.

2.6.1 ORIGEN DE LA DIATOMITA

Las diatomitas se clasifican como una roca sedimentaria silíceo de origen orgánico. La fuente de toda diatomita es un organismo vivo denominado diatomea, las cuales son prolíficas y microscópicas algas acuáticas unicelulares, que poseen dos valvas silíceas situadas dentro de la capa externa del plasma.

Este organismo una gran capacidad de reclutar sílice de su hábitat natural acuoso.

Cuando el organismo muere se hunde dentro del medio acuoso, formando un sedimento de carácter orgánico. Inicialmente, las diatomeas se hicieron abundantes durante el período Cretáceo. Se podría decir que las épocas geológicas más propicias para la formación de depósitos comercialmente explotables fueron aquellas en que tuvieron lugar episodios de intensa actividad volcánica. Las cenizas y polvos silíceos expedidos por los cráteres durante los periodos de erupción y, luego asentados en el mar o los lagos, cuya deposición en cantidades enormes dando origen a los yacimientos de diatomita.

Geológicamente hablando, se podría clasificar a las diatomitas por su forma ya que en estos esqueletos se puede determinar, mediante observaciones microscópicas, si las diatomeas que conforman un material diatomítico se formaron en agua dulce o tuvieron su origen en agua de mar. Los depósitos de origen lacustre presentan mayormente diatomeas de forma alargadas, mientras que los depósitos generados en aguas oceánicas presentan diatomeas en forma redondeada o hexagonal

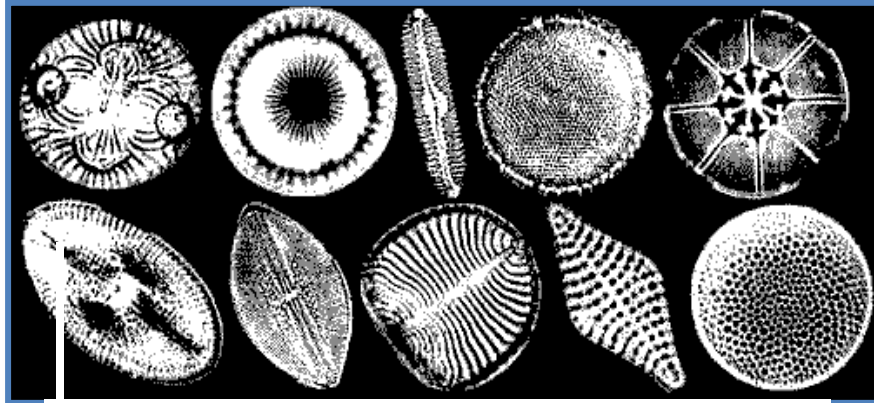


Figura 11 Tipos de Frústulas de diatomeas

2.6.2 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA DIATOMITA

Entre sus características se puede observar que la diatomita pura y seca es de una consistencia blanca, de poca densidad aparente. Absorbe entre 1 y 4 veces su peso de agua, así como también, tiene gran capacidad de absorción de aceite. Es atacada únicamente por álcalis fuertes y por el ácido fluorhídrico.

Las características y propiedades físicas principales de las diatomitas se resumen a continuación:

- El color por lo regular es blanco (alta pureza), pueden estar coloreadas, rosa (calcinado) y gris (sin calcinar).
- Volumen de muy baja densidad.
- Baja densidad global.
- Alta capacidad de absorción.
- Alta porosidad.
- Dureza (Mohs) 4.5 a 5 (calcinadas 5.5 a 6).

- Capacidad abrasiva suave.
- Es conductor débil del calor, el sonido y la electricidad, Alta resistencia a la temperatura.
- Área superficial 10 a 30 m²/g (la calcinación la reduce a 0,5 a 5 m²/g).
- Químicamente inerte.
- Índice de refracción 1.40 a 1.46 (la calcinada la incrementa a 1.49).
- Contiene un peso específico promedio 2.0 (la calcinada incrementa a 2.3).
- Su contenido de humedad varía de acuerdo a su depósito (que va entre 10% hasta un 60%).

2.6.3 APLICACIONES Y USO DE LA DIATOMITA

Las diatomitas se usan principalmente como:

✓ **Elemento filtrante:**

Para clarificación de vino, cerveza, zumo, licores azucarados y aceites comestibles.

✓ **Absorbente:**

En forma pulverizada o sólida, mezclándolas con líquidos, por su gran cualidad de absorber entre 150 y 200% su peso de agua, esta cualidad se aprovecha para absorber sustancias en ella como insecticidas y desinfectantes.

✓ **Carga o material de relleno (*filler*):**

Utilizados para pinturas, papel, plásticos, caucho, pasta dental, moldes dentales y otras muchas aplicaciones.

✓ **Aporte de sílice:**

Para el cemento Portland, elaboración de silicatos sintéticos y productos aislantes.

✓ **Abrasivo suave:**

En polvo para una preparación de pasta de dientes, jabones y otros materiales de limpieza. También se emplean en proceso de pulido de superficies metálicas, vidrios, etc.

✓ **Material aislante del calor y del ruido:**

Su utilización industrial se realiza en la fabricación de empaquetaduras, aislamiento de hornos, cubiertas aisladoras de tuberías y también se utiliza para manufacturar cementos especiales refractarios.

✓ **Materiales de construcción:**

Como aditivos para el concreto con la finalidad de mejorar la homogeneidad y manejabilidad de éste. También permite mejorar su impermeabilidad final.

✓ **Lechos de animales:**

En forma granular envuelve las eyecciones de los animales y elimina los malos olores. Se utiliza extendiendo una capa de los granos en una caja.

2.6.4 DIATOMITA EN EL PERÚ.

En el Perú, la explotación de este producto recién se está iniciando, debido al desconocimiento de las tecnologías requeridas para su aprovechamiento; no se tienen plantas específicamente construidas directamente para el procesamiento de diatomita. Actualmente, la explotación está limitada a la extracción por métodos manuales y molienda, obteniéndose un mineral que en su mayor utilización es de relleno o para el sector del aislante.

Se ha detectado que el consumo nacional de diatomita se encuentra distribuido principalmente entre la industria azucarera y cervecera.

En este país, se dio la localización geográfico de cuencas sedimentarias marinas a lo largo de la caso en algunos puntos, también en regiones interandinas.

Los depósitos conocidos son:

- ✓ Piura - Bayóvar
- ✓ Ica - Pisco, Ocucaje
- ✓ Arequipa - Tarucani, Polobaya y Chiguata
- ✓ Ayacucho - Quicapata, Tambillos y Quinua
- ✓ Junín - Concepción y Yanacancha

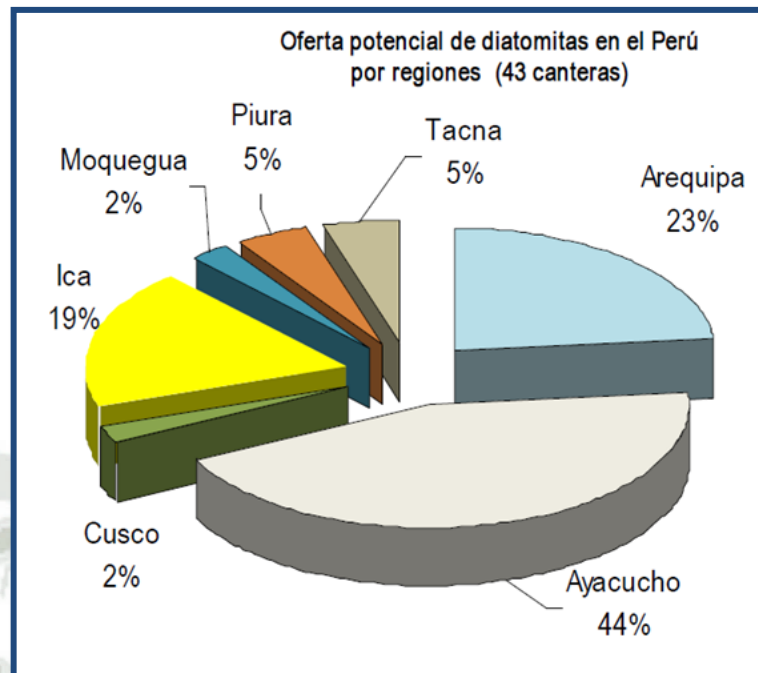


Figura 12 Yacimientos de Diatomita en el Perú

En el país, los yacimientos de diatomita están vinculados a zonas con actividad volcánica, la producción de diatomita se centra en la región Arequipa, que para el año 2009 fue de 40,000 T.M. de diatomita natural siendo su destino el vecino país de Chile.

En Arequipa la demanda nacional de diatomita está concentrada en las actividades industriales relacionadas con la industria de la construcción en algunas ladrilleras; esta sustancia se usa para el mejoramiento de la mezcla de materiales primas para la producción del ladrillo.

En el Perú la producción de diatomita se centra en la región Arequipa que genera más del 90% de la producción nacional.

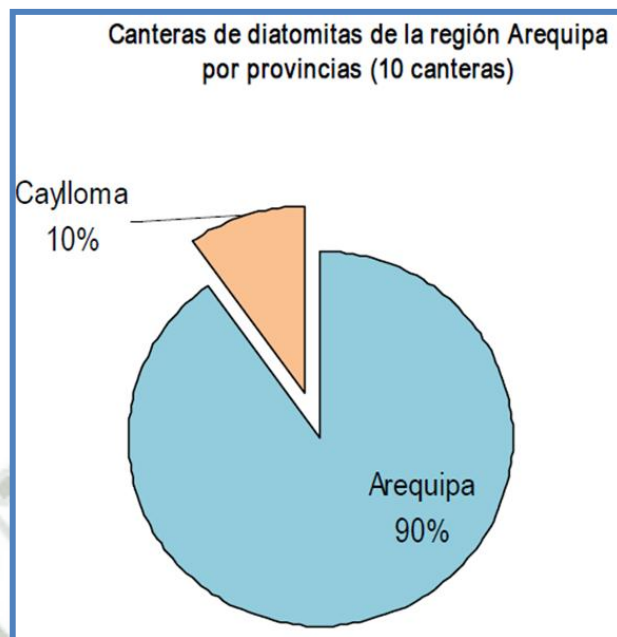


Figura 13 Yacimientos de Diatomita en la Region de Arequipa

Fuente: Elaborado con la información DGM del ministerio de energía y minas

2.6.4.1 DEPÓSITOS DE DIATOMITAS EN EL PERÚ

En el Perú existen diatomitas de origen marino y lacustre, siendo característico la mayor pureza en diatomitas de ambientes lacustres (> 80% depósitos en actividad).

Los tipos de depósitos de diatomita en Perú:

2.6.4.1.1 DEPÓSITOS DE ORIGEN MARINO

- ✓ Piura: diatomitas intercaladas con fosforita (Formación Zapallal – Piura).
- ✓ Ica: diatomitas intercaladas con arcilla (Formación Pisco – Ica).

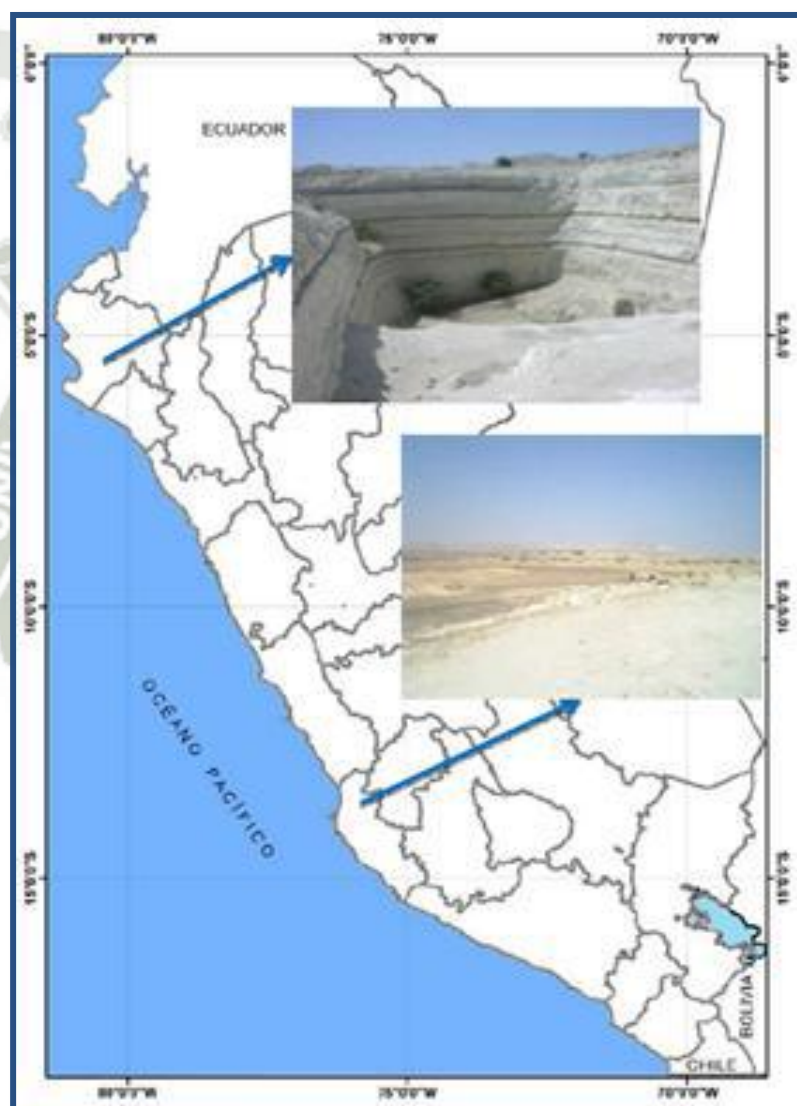


Figura 14 Depósito de Origen Marino en el Perú

2.6.4.1.2 DEPÓSITOS DE ORIGEN LACUSTRE

- ✓ Ayacucho: Cuenca lacustre en Quicapata y Tambillo.
- ✓ Arequipa: Cuenca lacustre en Chiguata y Polobaya.
- ✓ Tacna – cuencas lacustres

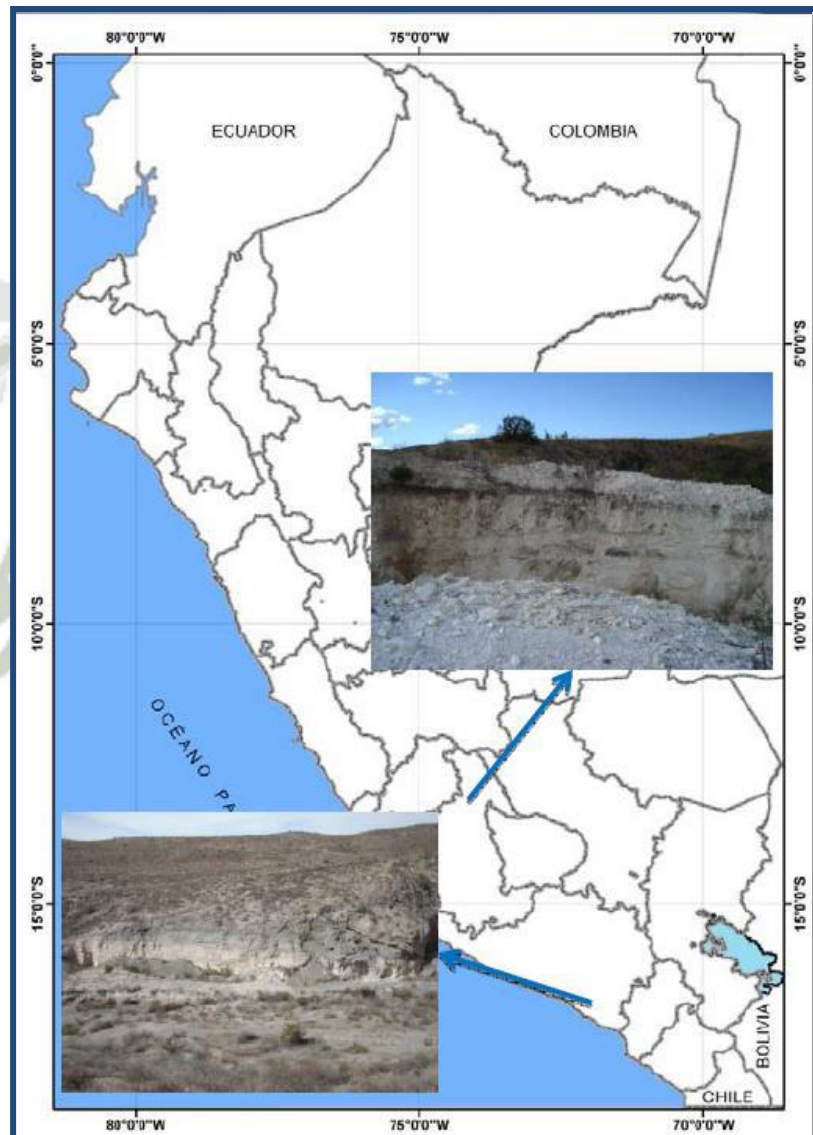


Figura 15 Depósito de Origen Lacustre en el Perú

2.6.4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS DE DIATOMITA EN EL PERÚ

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS DIATOMITAS EN ALGUNOS YACIMIENTOS PERUANOS | | | | |
|--|----------|----------|--------|-------|
| Tipo de yacimiento | LACUSTRE | | MARINO | |
| Región | Ayacucho | Arequipa | Piura | Ica |
| Densidad real (g/cm ³) | 2.22 | 2.12 | 2.26 | 2.51 |
| Densidad Global (g/cm ³) | 0.36 | 0.4 | 0.38 | 0.59 |
| Porosidad total (%) | 83.76 | 80.9 | 83.24 | 76.43 |
| Superficie específica (Hg.m ² /g) | 11.3 | N.D. | 13.5 | 7.3 |

Fuente: L. F. Verdeja, et. al., Las diatomitas en el Perú

Tabla 3 Propiedades Físicas de la Diatomita en algunos Yacimientos en el Perú

Composición química de los yacimientos más importantes en el Perú son:

| COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIATOMITAS EN ALGUNOS YACIMIENTOS PERUANOS | | | | | |
|--|----------|----------|-------|--------|-------|
| Tipo de yacimiento | LACUSTRE | | | MARINO | |
| Región | Arequipa | Ayacucho | Tacna | Piura | Ica |
| SiO ₂ | 84.89 | 85.78 | 68.00 | 65.50 | 73.80 |
| Al ₂ O ₃ | 2.62 | 2.71 | 8.15 | 2.00 | 9.70 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.04 | 1.22 | 3.00 | 1.30 | 3.00 |
| CaO | 0.94 | 0.64 | 2.00 | 9.60 | 2.90 |
| MnO | 0.03 | 0.01 | 0.56 | - | - |
| MgO | 0.50 | 0.55 | 2.57 | 3.30 | 1.20 |
| TiO ₂ | - | 0.14 | 0.31 | - | - |
| Na ₂ O | 0.92 | 0.26 | 1.38 | 1.90 | 1.80 |
| P ₂ O ₅ | 0.01 | 0.02 | 0.33 | - | - |
| K ₂ O | 0.58 | 0.39 | 1.45 | 0.50 | 1.30 |
| PXC | 7.34 | 8.29 | 11.20 | 14.75 | 4.66 |

PXC: Perdida por calcinación

Tabla 4 Composición química de la Diatomita en algunos Yacimientos en el Perú

2.7 MATERIALES CONSTITUYENTES DEL DISEÑO DE MEZCLA

2.7.1 CEMENTO

2.7.1.1 CEMENTO PORTLAND

El cemento portland es un material artificial teniendo una complejidad en su estructura, que teniendo contacto con el agua se transforma en una serie de productos micro cristalinos, por modificaciones de su estructura y con el crecimiento entrelazado de cristales se produce el endurecimiento dándole su carácter hidráulico. Estas transformaciones están a la mano de las condiciones geológicas, estas masas al ser mezcladas con agregados grueso, finos y agua, deberán ser trabajables y plásticas antes que logren su rigidez.

2.7.1.2 TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Debido a la durabilidad se han desarrollado muchos tipos de cementos, tratando de encontrar la composición que dé una respuesta completa al gran problema de la durabilidad en el concreto. Las propiedades físicas y mecánicas del concreto también son afectadas por diferentes factores de la composición del cemento, aunque determinan el alto grado de incremento de la resistencia.

Cemento Portland Adicionado

- Cemento portland Tipo IP

Cemento al que se le ha añadido puzolana entre el 15% al 40% del peso total.

Cemento Portland comunes

- Cemento Portland tipo I

Destinadas a obras de concreto en general, siempre que no se requieran las características de propiedades especiales de los otros cementos. Libera más calor de hidratación que otros tipos de cementos.

- Cemento Portland tipo II

Dirigidos a obras de concreto en general y cuando se espera un ataque moderado de los sulfatos o cuando se requiere de una moderado calor de hidratación, cuando así se especificado, este cemento alcanza una resistencia similar al cemento tipo uno pero requerirá un mayor tiempo de fraguado. Especialmente en áreas industriales.

- Cemento Portland tipo III

Cuando se requiere desarrollar una alta resistencia en un corto tiempo, este cemento desprende elevado calor de hidratación. Se utiliza en climas fríos, cuando se necesite que la estructura de concreto reciba carga lo antes posible o desencofrar a los pocos días de vaciado.

- Cemento tipo IV

Este cemento es de secado lento por lo que no genera cantidades de calor de hidratación siendo de uso ideal para

concretos masivos que no requieran una alta resistencia inicial.

- Cemento tipo V

Es un cemento con una gran resistencia al ataque de los sulfatos, donde es muy utilizado en estructuras hidráulicas expuestas a aguas de mar.

2.7.2 AGREGADOS

Los agregados utilizados para la elaboración de esta investigación, provienen de las canteras de Chiguata, la Bedoya y la Poderosa, donde se han demostrado que son las zonas con mejores cualidades con respecto a sus propiedades físicas y químicas en la ciudad de Arequipa, el agregado es parte fundamental del concreto y constituye más del 60 % del total de la mezcla del concreto.

En la presente investigación cabe su mayor importancia en los agregados debido que se presentan nuevas adiciones a la mezcla de concreto para la elaboración de bloquetas de concreto, como la incorporación de la diatomita y la piedra pómez como porcentajes de agregados fino y gruesos respectivamente. Con ellos lograremos varios tipos de combinaciones de agregados para diferentes resistencias establecidas según las normas.

2.7.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS

Hoy en día las características físicas, químicas y mecánicas de los agregados tiene una gran importancia determinante sobre las propiedades del concreto, ya que si la elaboración de concretos tiene alguna variedad de cambio podría alterar el diseño de mezcla y no alcanzando la resistencia adecuada.

Para mayor seguridad de los resultados en los ensayos de las propiedades, deben realizarse más de dos veces todos ensayos para no tener margen de error, ya que depende mucho estos resultados para los diseños de mezcla empleados.

2.7.2.2 IMPUREZAS ORGÁNICAS

En los agregados finos naturales algunas veces aparecen impurezas orgánicas, las cuales pueden hacer perder la hidratación del cemento y el desarrollo de la resistencia del concreto.

El agregado con mayor posibilidad de contenido de impurezas orgánicas en el presente trabajo, es la diatomita, el material fundamental de esta investigación, el que es llevado a un laboratorio para realizar su análisis de impurezas orgánicas. Así mismo se anexará el certificado del análisis químico de la

diatomita. Para el proceso del ensayo de impurezas organizadas se tomó como parámetros las siguientes normas:

- ✓ NTP 400.013:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y hormigones.

- ✓ NTP 400.024:1999 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar cualitativamente las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto



Figura 16 Diferentes colores patrones para el ensayo de impurezas orgánicas

2.7.2.3 UBICACIÓN DE CANTERAS DE AGREGADOS

2.7.2.3.1 CANTERA PODEROSA

- ✓ Nombre: “La Poderosa”
- ✓ Departamento: Arequipa
- ✓ Provincia: Arequipa
- ✓ Distrito: Uchumayo
- ✓ Altitud: 2040 m.s.n.m
- ✓ Coordenadas: latitud: 16°26'32.70"S Longitud: 71°38'5.93"O2.
- ✓ Agregados utilizados: Arena gruesa y Piedra 3/8” (confitillo).



Figura 17 Ubicación de la Cantera La poderosa

2.7.2.3.2 CANTERA CHIGUATA – QUEBRADA AGUA

SALADA

- ✓ Nombre: “Cantera Chiguata”
- ✓ Departamento: Arequipa
- ✓ Provincia: Arequipa
- ✓ Distrito: Chiguata
- ✓ Altitud: 2829 m.s.n.m
- ✓ Coordenadas: latitud: 16°24'05.68"S Longitud: 71°25'24.08"O2.
- ✓ Agregados utilizados: Arena gruesa, Piedra 3/8” (confitillo) y piedra Pómez.

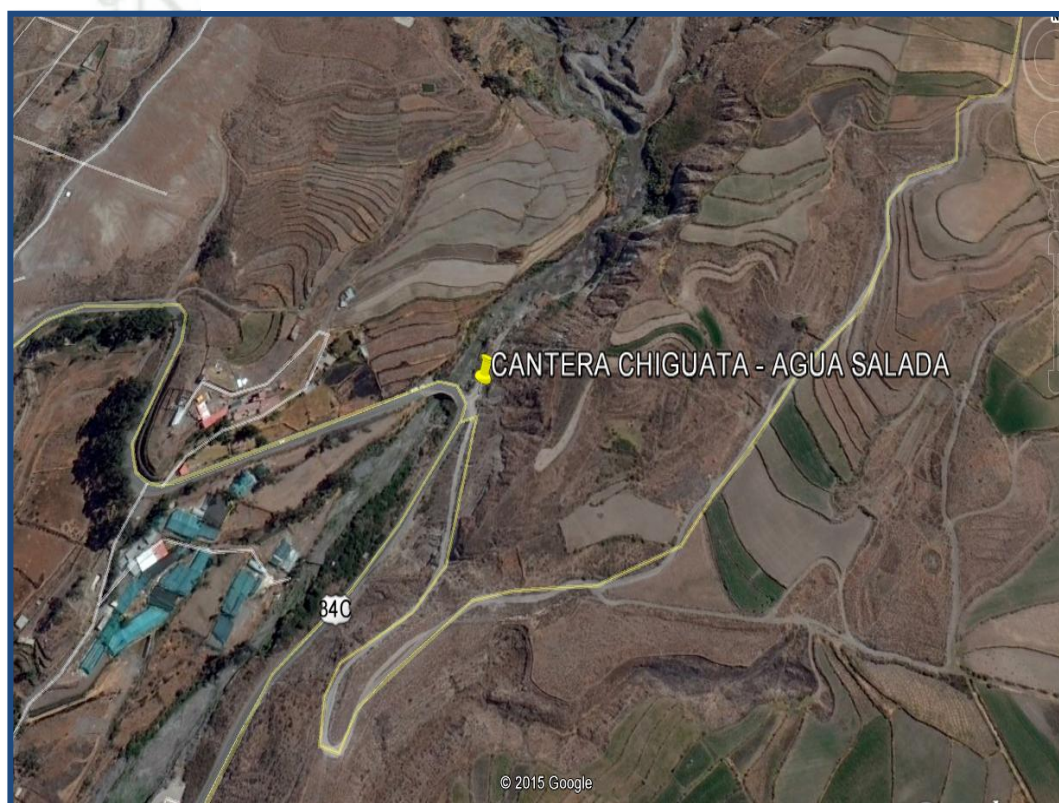


Figura 18 Ubicación de la Cantera Chiguata- Agua Salada

2.7.2.3.3 CANTERA BEDOYA

- ✓ Nombre: "Bedoya"
- ✓ Departamento: Arequipa
- ✓ Provincia: Arequipa
- ✓ Distrito: Chiguata
- ✓ Altitud: 2831 m.s.n.m
- ✓ Coordenadas: latitud: 16°24'37.41"S Longitud: 71°25'17.89"O.
- ✓ Agregados utilizados: Diatomita



Figura 19 Ubicación de la Cantera La Bedoya



Figura 21 Diatomita en estado natural en la cantera La Bedoya



Figura 20 Perfil Estratigráfico de la Cantera La Bedoya

2.7.2.4 AGREGADO FINO

Se denomina agregado fino al que proviene de la desintegración natural o artificial de las rocas y pasante por el tamiz 3/8” cumpliendo con los límites establecidos en la NTP 400.037. Es un material fino compuesto de partículas limpias, libre de cantidades perjudiciales de polvo, materia orgánica, terrones y otras sustancias que puedan alterar la calidad del agregado.

En el diseño de mezclas se tomaron dos tipos de arenas gruesa de distintas canteras para lograr una mayor comparación, también se utilizó como parte del agregado fino la diatomita, para alcanzar un menor costo, peso y lograr una mayor resistencia y acabado, siendo el material de investigación en este trabajo, dándole mayor importancia a su comportamiento en la combinación de la mezcla de concreto.

Los agregados finos a utilizarse en esta investigación son:

- Arena Gruesa - Chiguata
- Arena Gruesa - Poderosa
- Diatomita – Bedoya

2.7.2.5 AGREGADO GRUESO

El agregado grueso está constituido por roca partida, grava natural o triturada y es uno de los principales componentes del concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante

para garantizar unos buenos resultados. Dicho material es considerado agregado grueso cuando es retenido por el tamiz Nro. 4(4.75mm), debe ser duro, limpio, resistente y sin recubrimiento de materiales extraños.

En la presente investigación se utilizará como agregado grueso las piedras de tamaño 3/8" (confitillo), debido a que la elaboración de bloquetas requiere de piedra pequeñas por el volumen mismo de la bloqueta; se utilizó dos tipos de piedra 3/8" (confitillo) de diferentes canteras para hacer una comparación de sus propiedades. Se utilizó también piedra pómez 3/8" confitillo como parte del agregado grueso para las diferentes combinaciones a realizar para reducir su peso, el costo y mejorar acabado.

Los agregados gruesos a utilizarse en esta investigación son:

- Piedra 3/8 "confitillo – chiguata.
- Piedra 3/8" confitillo – Poderosa.
- Piedra Pómez 3/8" confitillo – Chiguata

2.7.3 AGUA DE DISEÑO

El agua que utilizamos para la elaboración de bloquetas y probetas de concreto debe ser limpia y libre de sustancias nocivas, contaminantes, aceites, sedimentos o químicos que puedan afectar la resistencia y el fraguado del concreto. La relación agua / cemento es muy determinante para la calidad del concreto ya que si agregamos agua adicional a la mezcla se va a debilita reduciendo su resistencia.

2.7.3.1 AGUA PARA MEZCLAS

Se puede considerar que el agua para ser usada para la mezcla debe ser apta para beber. El agua potable es por lo general segura y también la no potable puede ser adecuada para elaborar mezclas de concreto. Teniendo en cuenta que el agua con un PH (grado de acidez) de 6.0 a 8.0 que no sepa salada es útil, que tenga un color oscuro o un olor no indican necesariamente la presencia de sustancias deletéreas. Las aguas naturales que sean ligeramente acidas son inofensivas, pero las que contengan ácido húmico u otros ácidos orgánicos logran afectar directamente al endurecimiento del concreto mezclado. Se utilizaron parámetros determinantes según la norma, para el uso del agua en la mezcla de concreto en la elaboración de bloquetas.

2.7.3.2 AGUA PARA CURADO

En general, el agua que cumple los parámetros adecuados para la mezcla también pueden ser utilizados en el curado, pero hay que tener en consideración que el hierro y la materia orgánica pueden aparecer manchas, especialmente si fluye el agua lento por el concreto y siendo evaporado rápidamente.

2.7.3.3 ENSAYOS AL AGUA

Para tener una mayor seguridad del conocimiento de su composición química del agua, se lleva una muestra de agua al laboratorio para conocer su análisis químico, que es fundamental para ver si el agua puede utilizarse en las mezclas de concreto y no afecte negativamente a la resistencia requerida. Así mismo se anexará el certificado de calidad donde indican la composición del agua.





3.1. ENSAYOS FÍSICOS DE LOS MATERIALES

Los materiales empleados en la investigación ya sea la diatomita, piedra pómez, y piedra confitillo de las canteras de Chiguata y la Poderosa, se realizó el estudio correspondiente para conocer sus propiedades físicas, ya que estas propiedades influyen directamente en el diseño de mezclas.

3.1.1. AGUA.

El agua empleada para la investigación proviene del subsuelo ubicada en el laboratorio de la UCSM, es por ello que se mandó a realizar un estudio químico para conocer si este cumplía con la norma ITINTEC 339.088, al realizar este ensayo se anexará el resultado del ensayo químico donde muestra que si cumple los parámetros recomendados para realizar diseños de mezclas.

3.1.2. CEMENTO.

El Cemento empleado para la investigación, proviene de la cementera YURA S.A. cemento puzolánico IP, ya que es el cemento más comercial en nuestro medio y el cual es accesible para las personas que se dedican a la fabricación de unidades prefabricadas y este caso las bloquetas de concreto.

3.1.3. AGREGADO FINO

Los agregados finos empleados para la investigación son arena de la cantera de Chiguata y de la cantera la Poderosa, así mismo se empleó la Diatomita proveniente de la cantera de la Bedoya, ubicada en Chiguata.

3.1.3.1 AGREGADO FINO DE CHIGUATA

3.1.3.1.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

CHIGUATA:

Comprende la distribución de los diferentes tamaños que presenta un determinado peso de una muestra representativa, para realizar este ensayo se consideró la norma técnica peruana NTP 400.037



Figura 22 Tamices Granulométricos del Agregado fino

| Malla | Diámetro | Peso (gr) | % Retenido | % Acumulado | % Pasante | L. Inf | L. Sup. |
|-------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|--------|---------|
| 1/4" | 6.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00% | 100% | 100% |
| # 4 | 4.75 | 24.5 | 4.86 | 4.86 | 95.14% | 95% | 100% |
| # 8 | 2.38 | 58 | 11.50 | 16.35 | 83.65% | 80% | 100% |
| # 16 | 1.19 | 75 | 14.87 | 31.22 | 68.78% | 50% | 85% |
| # 30 | 0.595 | 72.5 | 14.37 | 45.59 | 54.41% | 25% | 60% |
| # 50 | 0.297 | 97.5 | 19.33 | 64.92 | 35.08% | 10% | 30% |
| # 100 | 0.147 | 77.5 | 15.36 | 80.28 | 19.72% | 2% | 10% |
| # 200 | 0.074 | 56 | 11.10 | 91.38 | 8.62% | 0% | 0% |
| Fondo | | 43.5 | 8.62 | 100.00 | 0.00% | | |

Cuadros 1 Granulometría Arena Chiguata

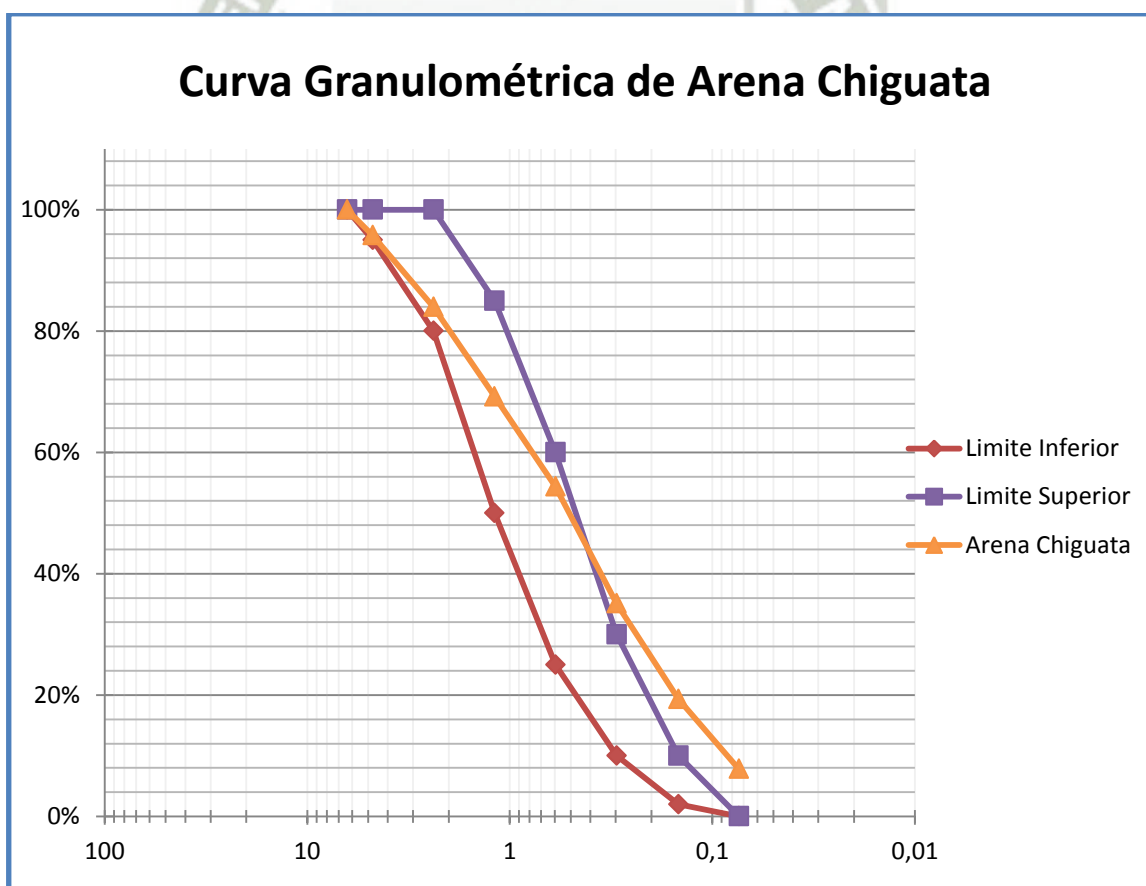


Gráfico 1 Curva Granulométrica Arena Chiguata

$$M.F. = \frac{\Sigma \%Ret. Acum. (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$M.F. = \frac{\Sigma \%Ret. Acum. (4.21 + 16.05 + 30.79 + 45.64 + 64.89 + 80.64)}{100}$$

$$M.F. = 2.422$$

3.1.3.1.2 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

Es la propiedad física de los agregados en donde un determinado peso del agregado alcanza un volumen.

Para calcular el PUS Y PUC, se empleó la norma técnica Peruana NTP. 400.017.



Figura 23 Peso Unitario Suelto y compactado de la Arena Chiguata

Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 1.64 | Kg |
| Volumen Molde | 2.849 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|--------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 6.221 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 6.225 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 6.248 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 6.321 | Kg |

| | | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 4.581 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 4.585 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 4.608 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 4.681 | Kg |

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Promedio | 4.614 | Kg |
|----------------------|--------------|-----------|

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{4.614}{2.849}$$

P.U.S 1.611 Kg/m3

Peso Unitario Compactado (P.U.C.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 1.64 | Kg |
| Volumen Molde | 2.849 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|--------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 6.570 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 6.578 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 6.602 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 6.543 | Kg |

| | | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 4.930 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 4.938 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 4.962 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 4.903 | Kg |

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Promedio | 4.933 | Kg |
|----------------------|--------------|-----------|

$$P.U. \text{ Compactado} : \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Compactado} : \frac{4.933}{2.849}$$

P.U.C 1.728 Kg/m3

3.1.3.1.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO - CHIGUATA

| | | |
|--|----------------|-----------|
| Peso Muestra Desecada (A) | 498.000 | gr |
| Peso Fiola + agua (B) | 654.500 | gr |
| Peso Fiola | 156.500 | gr |
| Peso de Fiola + Agua + Ag. (C) | 961.500 | gr |
| Peso Seco | 498.000 | gr |
| Peso Muestra SSS (S) | 500.000 | gr |

$$\text{Peso Específico Aparente: } \frac{A}{B + S - C}$$

Peso Específico Aparente 2.580 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Sat. Sup. Seco: } \frac{S}{B + S - C}$$

Peso Específico Sat.superf.seco 2.607 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Nominal: } \frac{A}{B + A - C}$$

Peso Específico Nominal 2.624 gr/cm³

$$\text{Absorción: } \frac{S - A}{A} * 100$$

Absorción 0.402 %

3.1.3.2 AGREGADO FINO DE LA PODEROSA

3.1.3.2.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

PODEROSA

Comprende la distribución de los diferentes tamaños que presenta un determinado peso de una muestra representativa, para realizar este ensayo se consideró la norma técnica peruana NTP 400.037

| Malla | Diámetro | Peso (gr) | % Retenido | % Acumulado | % Pasante | L. Inf | L. Sup. |
|-------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|--------|---------|
| 1/4" | 6.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00% | 100% | 100% |
| # 4 | 4.75 | 4.00 | 0.81 | 0.81 | 99.19% | 95% | 100% |
| # 8 | 2.38 | 52.50 | 10.68 | 11.49 | 88.51% | 80% | 100% |
| # 16 | 1.19 | 129.50 | 26.33 | 37.82 | 61.18% | 50% | 85% |
| # 30 | 0.595 | 122.40 | 24.89 | 62.71 | 37.29% | 25% | 60% |
| # 50 | 0.297 | 94.20 | 19.15 | 81.86 | 17.57% | 10% | 30% |
| # 100 | 0.147 | 42.50 | 8.64 | 90.50 | 9.50% | 2% | 10% |
| # 200 | 0.074 | 26.40 | 5.37 | 95.87 | 4.13% | 0% | 0% |
| Fondo | | 20.30 | 4.13 | 100.00 | 0.00% | | |

Cuadros 2 Granulometría Arena Poderosa

$$M.F. = \frac{\sum \%Ret. Acum. (0.40 + 10.54 + 37.45 + 62.95 + 82.43 + 91.47)}{100}$$

$$M.F. = 2.852$$

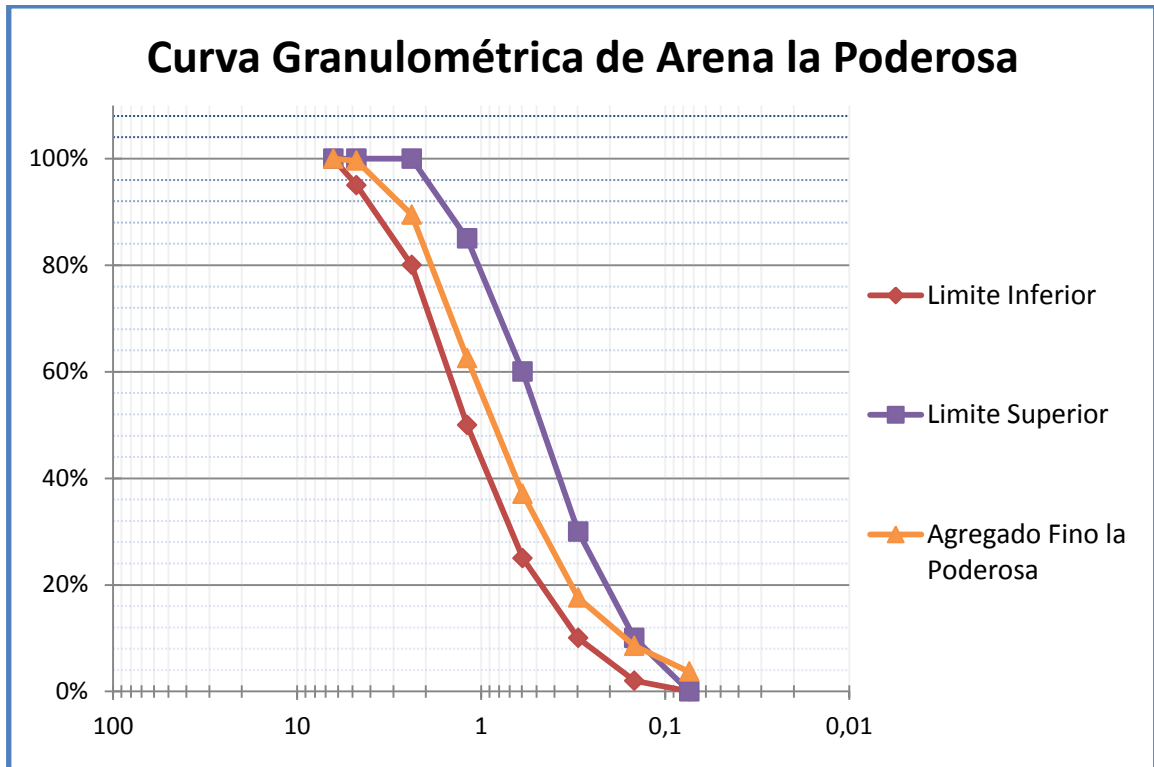


Gráfico 2 Curva granulométrica de la Arena Poderosa

3.1.3.2.2 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

Es la propiedad física de los agregados en donde un determinado peso del agregado alcanza un volumen.

Para calcular el PUS Y PUC, se empleó la norma técnica Peruana



Figura 24 Peso Unitario Suelto y compactado de la Arena Poderosa

Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

| | | |
|----------------------|--------------|----------------------|
| Peso Molde | 1.64 | kg |
| Volumen Molde | 2.849 | m³ |

| | | |
|---------------------------------|--------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 6.289 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 6.315 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 6.357 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 6.366 | Kg |

| | | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 4.649 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 4.675 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 4.717 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 4.726 | Kg |

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Promedio | 4.692 | Kg |
|----------------------|--------------|-----------|

$$P.U. \text{ Compactado} : \frac{4.692}{2.849}$$

P.U.S 1.647 Kg/m³

Peso Unitario Compactado (P.U.C.)

| | | |
|----------------------|--------------|----------------------|
| Peso Molde | 1.64 | Kg |
| Volumen Molde | 2.849 | m³ |

| | | |
|---------------------------------|--------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 6.889 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 6.875 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 6.895 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 6.887 | Kg |

| | | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 5.249 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 5.235 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 5.255 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 5.247 | Kg |

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Promedio | 5.247 | Kg |
|----------------------|--------------|-----------|

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{5.247}{2.849}$$

P.U.C 1.879 Kg/m³

3.1.3.2.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO - LA PODEROSA

| | | |
|---------------------------------------|----------------|-----------|
| Peso Muestra Desechada (A) | 492.000 | Gr |
| Peso Fiola + agua (B) | 654.500 | Gr |
| Peso Fiola | 156.500 | Gr |
| Peso de Fiola + Agua + Ag. (C) | 965.600 | Gr |
| Peso Seco | 487.700 | Gr |
| Peso Muestra SSS (S) | 500.000 | Gr |

$$\text{Peso Específico Aparente: } \frac{A}{B + S - C}$$

Peso Específico Aparente 2.605 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Sat. Sup. Seco: } \frac{S}{B + S - C}$$

Peso Específico Sat.superf.seco 2.647 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Nominal: } \frac{A}{B + A - C}$$

Peso Específico Nominal 2.720 gr/cm³

$$\text{Absorción: } \frac{S - A}{A} * 100$$

Absorción 1.626 %

3.1.3.3 AGREGADO FINO DIATOMITA

3.1.3.3.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

DIATOMITA:

Comprende la distribución de los diferentes tamaños que presenta un determinado peso de una muestra representativa, para realizar este ensayo se consideró la norma técnica peruana NTP 400.037

| Malla | Diámetro | Peso (gr) | % Retenido | % Acumulado | % Pasante | L. Inf | L. Sup. |
|-------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|--------|---------|
| 3/8" | 9.510 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00% | 100% | 100% |
| # 4 | 4.75 | 1 | 0.08 | 0.08 | 99.92% | 95% | 100% |
| # 8 | 2.38 | 227 | 17.53 | 17.61 | 82.39% | 80% | 100% |
| # 16 | 1.19 | 192 | 14.83 | 32.43 | 67.57% | 50% | 85% |
| # 30 | 0.595 | 145 | 11.20 | 43.63 | 56.37% | 25% | 60% |
| # 50 | 0.297 | 140.5 | 10.85 | 54.48 | 45.52% | 10% | 30% |
| # 100 | 0.147 | 251.5 | 19.42 | 73.90 | 26.10% | 2% | 10% |
| # 200 | 0.074 | 219.5 | 16.95 | 90.85 | 9.15% | 0.00 | 0% |
| Fondo | | 118.5 | 9.15 | 100.00 | 0.00% | | |

Cuadros 3 Granulometría de la Diatomita

$$M.F. = \frac{\Sigma \%Ret. Acum. (0.08 + 17.61 + 32.43 + 43.63 + 54.48 + 73.90)}{100}$$

$$M.F. = 2.221$$

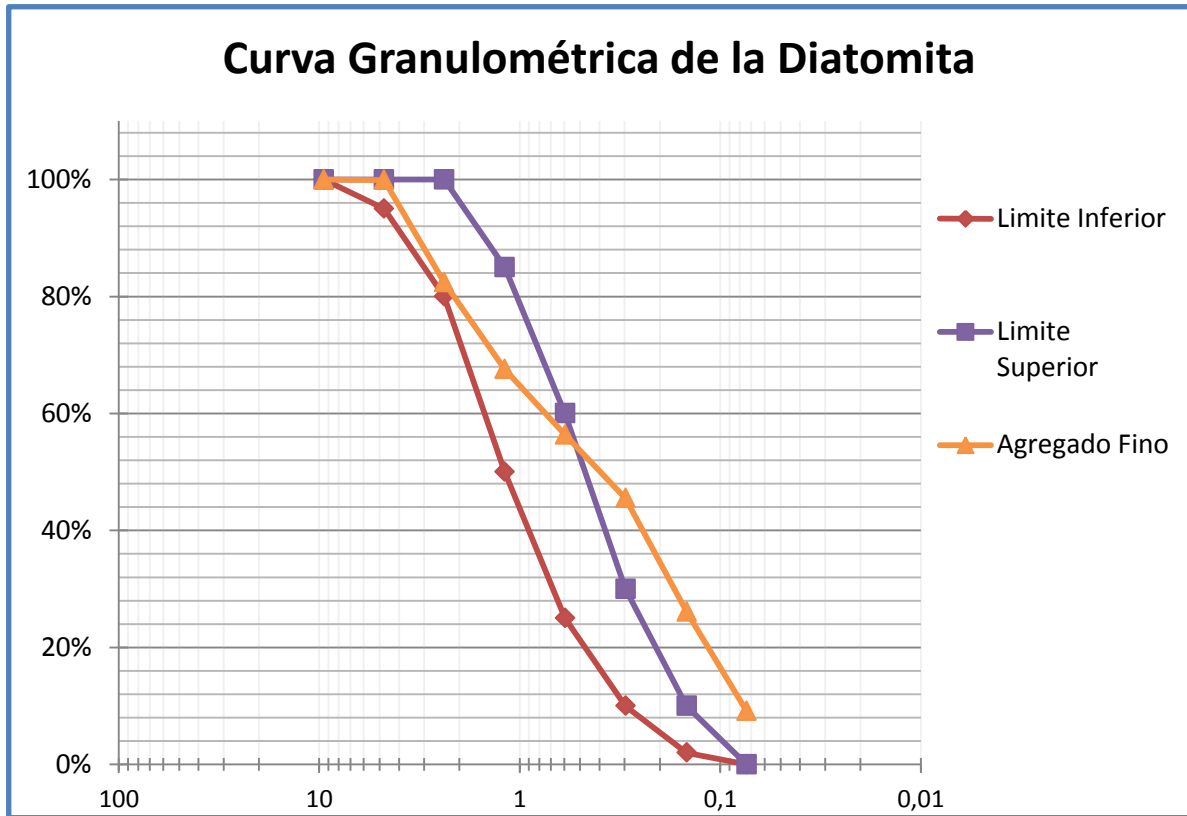


Gráfico 3 Curva Granulométrica de la Diatomita

3.1.3.3.2 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

Es la propiedad física de los agregados en donde un determinado peso del agregado alcanza un volumen. Para calcular el PUS Y PUC, se empleó la norma técnica Peruana NTP. 400.017

Figura 25 Ensayo Peso unitario suelto y compactado de la Diatomita



Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 1.64 | kg |
| Volumen Molde | 2.849 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|--------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 4.205 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 4.198 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 4.213 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 4.210 | Kg |

| | | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 2.565 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 2.558 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 2.573 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 2.570 | Kg |

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Promedio | 2.567 | Kg |
|----------------------|--------------|-----------|

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{2.567}{2.849}$$

P.U.S 0.901 Kg/m3

Peso Unitario Compactado (P.U.C.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 1.64 | kg |
| Volumen Molde | 2.849 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|--------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 4.565 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 4.570 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 4.555 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 4.580 | Kg |

| | | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 2.925 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 2.930 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 2.915 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 2.940 | Kg |

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Promedio | 2.928 | Kg |
|----------------------|--------------|-----------|

$$P.U. \text{ Compactado} : \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Compactado} : \frac{2.928}{2.849}$$

P.U.C 1.028 Kg/m3

3.1.3.3.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO – DIATOMITA

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------|
| Peso Muestra Desecada (A) | 412.500 | gr |
| Peso Fiola + agua (B) | 648.000 | gr |
| Peso Fiola | 159.600 | gr |
| Peso Fiola + Agua + Ag. (C) | 900.300 | gr |
| Peso Seco | 413.500 | gr |
| Peso Muestra SSS (S) | 500.000 | gr |

$$\text{Peso Específico Aparente: } \frac{A}{B + S - C}$$

Peso Específico Aparente 1.611 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Sat. Sup. Seco: } \frac{S}{B + S - C}$$

Peso Específico Sat.superf.seco 2.019 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Nominal: } \frac{A}{B + A - C}$$

Peso Específico Nominal 2.570 gr/cm³

$$\text{Absorción: } \frac{S - A}{A} * 100$$

Absorción 21.212 %

3.1.4 AGREGADO GRUESO

Los agregados gruesos empleados para la investigación son piedra 3/8" (confitillo) de la cantera de Chiguata y de la cantera la Poderosa, así mismo se empleó la piedra pómez proveniente de la cantera de Chiguata.

3.1.4.1 AGREGADO GRUESO DE CHIGUATA

3.1.4.1.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

CHIGUATA:

Comprende la distribución de los diferentes tamaños que presenta un determinado peso de una muestra representativa, para realizar este ensayo se consideró la norma técnica peruana NTP 400.037



Figura 26 Mallas Granulométricas para Agregado Grueso Chiguata

| Malla | Diámetro | Peso (gr) | % Retenido | % Acumulado | % Pasante | L. Inf | L. Sup. |
|-------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|--------|---------|
| 3/4" | 19.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100% | 100% |
| 1/2" | 12.70 | 16.50 | 0.13 | 0.13 | 99.87% | 100% | 100% |
| 3/8" | 9.51 | 290.00 | 2.27 | 2.39 | 97.61% | 85% | 100% |
| 1/4" | 6.35 | 8666.50 | 67.70 | 70.09 | 29.91% | 35% | 60% |
| # 4 | 4.75 | 2535.00 | 19.80 | 89.89 | 10.11% | 10% | 30% |
| # 8 | 2.38 | 787.50 | 6.15 | 96.04 | 3.95% | 0% | 10% |
| # 16 | 1.19 | 241.00 | 1.88 | 97.93 | 2.07% | 0% | 5% |
| # 30 | 0.595 | 187.50 | 1.46 | 99.39 | 0.61% | | |
| Fondo | | 78.00 | 0.61 | | | | |

Cuadros 4 Granulométrica Agregado Grueso Chiguata

$$M.F. = \frac{\Sigma \%Ret. Acum. (3 + 1\frac{1}{2}'' + 3/4'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$M.F. = \frac{\Sigma \%Ret. Acum. (89.89 + 96.04 + 97.93 + 99.39 + 100 + 100)}{100}$$

$$M.F. = 6.53$$



Gráfico 4 Curva Granulométrica Agregado Grueso Chiguata

3.1.4.1.2 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

Es la propiedad física de los agregados en donde un determinado peso del agregado alcanza un volumen. Para calcular el PUS Y PUC, se empleó la norma técnica Peruana NTP. 400.017.

Figura 27 Ensayo peso unitario suelto y compactado Agregado grueso Chiguata



Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 5.196 | Kg |
| Volumen Molde | 9.3 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|---------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 17.320 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 17.175 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 17.100 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 17.155 | Kg |

| | | |
|-----------------------|---------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 12.124 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 11.979 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 11.904 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 11.959 | Kg |

| | | |
|----------------------|---------------|-----------|
| Peso Promedio | 11.992 | Kg |
|----------------------|---------------|-----------|

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{11.992}{9.3}$$

P.U.S 1.289 Kg/m3

Peso Unitario Compactado (P.U.C.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 5.196 | Kg |
| Volumen Molde | 9.3 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|---------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 18.155 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 18.590 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 18.630 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 18.620 | Kg |

| | | |
|-----------------------|---------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 12.959 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 13.394 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 13.434 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 13.424 | Kg |

| | | |
|----------------------|---------------|-----------|
| Peso Promedio | 13.303 | Kg |
|----------------------|---------------|-----------|

$$P.U. \text{ Compactado: } \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Compactado: } \frac{13.303}{9.3}$$

P.U.C 1.430 Kg/m3

3.1.4.1.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO - CHIGUATA

| | | |
|---------------------------------------|-----------------|-----------|
| Peso Superficialmente Seco (B) | 2872.900 | gr |
| Peso Muestra Sumergida (C) | 1693.100 | gr |
| Peso de la Muestra Seca (A) | 2784.000 | gr |

$$\text{Peso Específico Aparente: } \frac{A}{B - C}$$

Peso Específico Aparente 2.360 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Sat. Super. Seco: } \frac{B}{B - C}$$

Peso Específico Sat.superf.seco 2.435 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Nominal: } \frac{A}{A - C}$$

Peso Específico Nominal 2.552 gr/cm³

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

Absorción 3.193 %

3.1.4.2 AGREGADO GRUESO DE LA PODEROSA

3.1.4.2.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO LA PODEROSA

Comprende la distribución de los diferentes tamaños que presenta un determinado peso de una muestra representativa, para realizar este ensayo se consideró la norma técnica peruana NTP 400.037

| Malla | Diámetro | Peso (gr) | % Retenido | % Acumulado | % Pasante | L. Inf | L. Sup. |
|-------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|--------|---------|
| 3/4" | 19.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00% | | |
| 1/2" | 12.70 | 12.80 | 0.14 | 0.14 | 99.86% | 100% | 100% |
| 3/8" | 9.51 | 454.00 | 4.83 | 4.96 | 95.04% | 85% | 100% |
| 1/4" | 6.35 | 4157.00 | 44.19 | 49.15 | 50.85% | 35% | 55% |
| # 4 | 4.75 | 3297.00 | 35.05 | 84.20 | 15.80% | 10% | 30% |
| # 8 | 2.38 | 642.00 | 6.82 | 91.03 | 8.97% | 0% | 10% |
| # 16 | 1.19 | 382.00 | 4.06 | 95.09 | 4.91% | 0% | 5% |
| # 30 | 0.595 | 351.80 | 3.74 | 98.83 | 1.17% | | |
| Fondo | | 110.00 | 1.17 | | | | |

Cuadros 5 Curva Granulométrica Agregado grueso Poderosa

$$M.F. = \frac{\sum \%Ret. Acum. (3 + 1\frac{1}{2}'' + 3/4'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$M.F. = 5.69$$

Curva Granulométrica Agregado Grueso la Poderosa

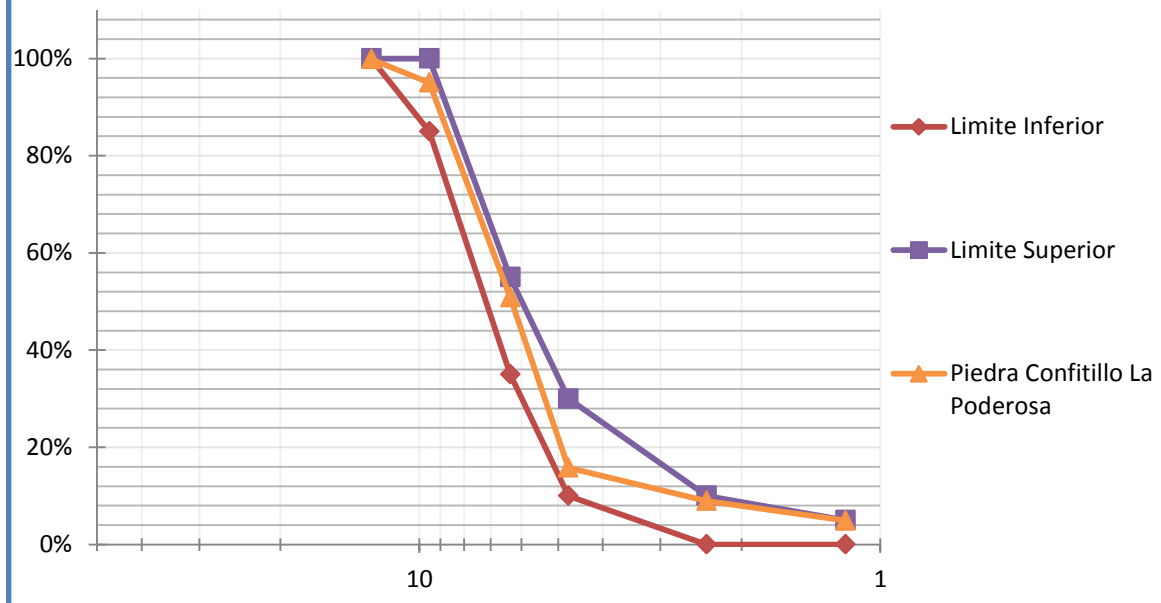


Gráfico 5 Curva Granulométrica del Agregado grueso Poderosa

3.1.4.2.2 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO – LA PODEROSA

Es la propiedad física de los agregados en donde un determinado peso del agregado alcanza un volumen. Para calcular el PUS Y PUC, se empleó la norma técnica Peruana NTP. 400.017.



Figura 28 Ensayo Peso unitario suelto y compactado Agregado grueso Poderosa

Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 5.196 | Kg |
| Volumen Molde | 9.3 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|---------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 17.980 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 18.050 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 17.950 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 17.955 | Kg |

| | | |
|-----------------------|---------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 12.784 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 12.854 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 12.754 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 12.759 | Kg |

| | | |
|----------------------|---------------|-----------|
| Peso Promedio | 12.788 | Kg |
|----------------------|---------------|-----------|

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{11.992}{9.3}$$

P.U.S 1.375 Kg/m3

Peso Unitario Compactado (P.U.C.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 5.196 | kg |
| Volumen Molde | 9.3 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|---------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 19.250 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 19.390 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 19.573 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 19.220 | Kg |

| | | |
|-----------------------|---------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 14.054 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 14.194 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 14.377 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 14.024 | Kg |

| | | |
|----------------------|---------------|-----------|
| Peso Promedio | 14.162 | Kg |
|----------------------|---------------|-----------|

$$P.U. \text{ Compactado} : \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Compactado} : \frac{13.303}{9.3}$$

P.U.C 1.523 Kg/m3

3.1.4.2.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO – LA PODEROSA

| | | |
|---------------------------------------|------------------|-----------|
| Peso Superficialmente Seco (B) | 2872.900 | gr |
| Peso Muestra Sumergida (C) | 1811.4000 | gr |
| Peso de la Muestra Seca (A) | 2844.200 | gr |

$$\text{Peso Específico Aparente: } \frac{A}{B - C}$$

Peso Específico Aparente 2.68 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Sat. Super. Seco: } \frac{B}{B - C}$$

Peso Específico Sat.superf.seco 2.706 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Nominal: } \frac{A}{A - C}$$

Peso Específico Nominal 2.754 gr/cm³

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

Absorción 1.009 %

3.1.4.3 AGREGADO GRUESO PIEDRA PÓMEZ

3.1.4.3.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO PIEDRA PÓMEZ

| Malla | Diámetro | Peso (gr) | % Retenido | % Acumulado | % Pasante | L. Inf | L. Sup. |
|-------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|--------|---------|
| 1" | 25.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00% | 100% | 100% |
| 3/4" | 19.00 | 4.50 | 0.32 | 0.32 | 99.68% | 100% | 100% |
| 1/2" | 12.70 | 21.50 | 1.54 | 1.86 | 98.14% | 97% | 100% |
| 3/8" | 9.51 | 66.50 | 4.75 | 6.61 | 93.39% | 85% | 100% |
| 1/4" | 6.35 | 134.00 | 9.58 | 16.19 | 83.81% | 40% | 60% |
| # 4 | 4.75 | 124.50 | 8.90 | 25.09 | 74.91% | 10% | 30% |
| # 8 | 2.38 | 437.50 | 31.27 | 56.36 | 43.64% | 0% | 10% |
| # 16 | 1.19 | 368.00 | 26.30 | 82.67 | 17.33% | 0% | 5% |
| # 30 | 0.595 | 241.50 | 17.26 | 99.93 | 0.07% | | |
| Fondo | | 1.00 | 0.07 | | 0.00% | | |
| | | | | | | | |

Cuadros 6 Granulometría de la Piedra Pómez

$$M.F. = \frac{\sum \%Ret. Acum. (0.32 + 25.09 + 56.36 + 82.67 + 99.93 + 100 + 100)}{100}$$

$$M.F. = 4.84$$

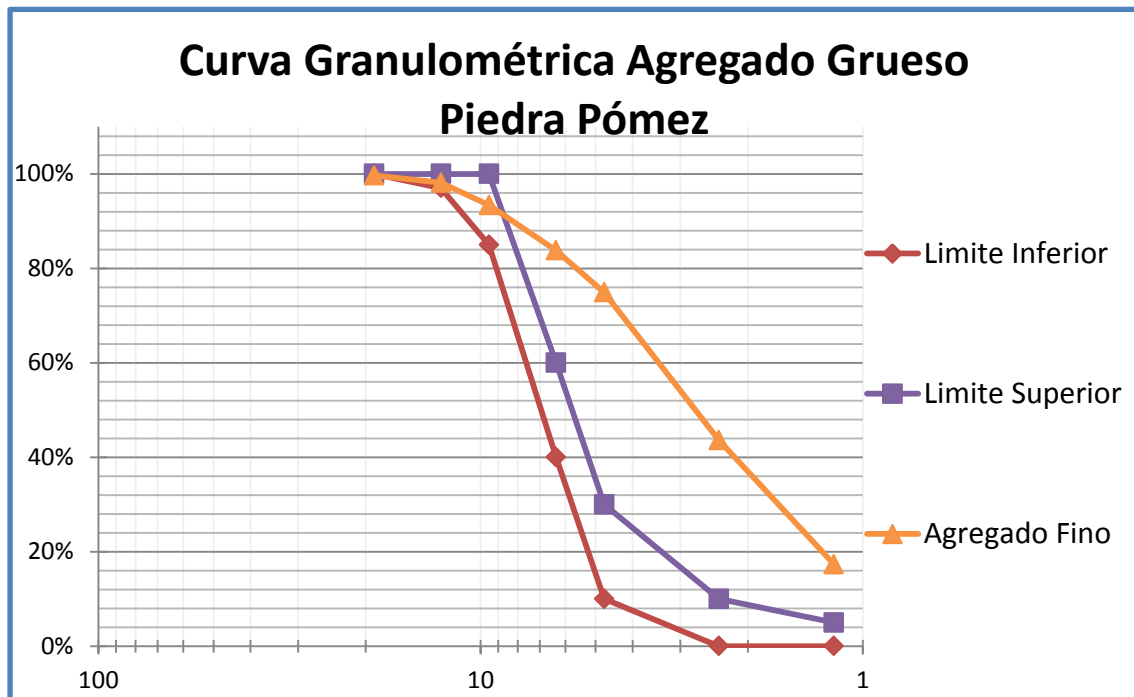


Gráfico 6 Curva Granulométrica de la Piedra Pómez

3.1.4.3.2 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO – PIEDRA PÓMEZ

Es la propiedad física de los agregados en donde un determinado peso del agregado alcanza un volumen. Para calcular el PUS Y PUC, se empleó la norma técnica Peruana NTP. 400.017.

Figura 29 Ensayo Peso unitario
suelto y compactado de la
Piedra Pómez



Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 5.196 | kg |
| Volumen Molde | 9.3 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|---------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 12.300 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 12.115 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 12.290 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 12.275 | Kg |

| | | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 7.104 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 6.919 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 7.094 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 7.079 | Kg |

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Promedio | 7.049 | Kg |
|----------------------|--------------|-----------|

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Suelto: } \frac{7.049}{9.3}$$

P.U.S 0.758 Kg/m3

Peso Unitario Compactado (P.U.C.)

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Molde | 5.196 | kg |
| Volumen Molde | 9.3 | m3 |

| | | |
|---------------------------------|---------------|-----------|
| Peso (molde + muestra 1) | 13.000 | Kg |
| Peso (molde + muestra 2) | 12.820 | Kg |
| Peso (molde + muestra 3) | 13.310 | Kg |
| Peso (molde + muestra 4) | 13.140 | Kg |

| | | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Peso Muestra 1 | 7.804 | Kg |
| Peso Muestra 2 | 7.624 | Kg |
| Peso Muestra 3 | 8.114 | Kg |
| Peso Muestra 4 | 7.944 | Kg |

| | | |
|----------------------|--------------|-----------|
| Peso Promedio | 7.872 | Kg |
|----------------------|--------------|-----------|

$$P.U. \text{ Compactado} : \frac{\text{Peso Promedio}}{\text{Volumen Molde}}$$

$$P.U. \text{ Compactado} : \frac{7.872}{9.3}$$

P.U.C 0.846 Kg/m3

3.1.4.2.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO – PIEDRA PÓMEZ

| | | |
|---------------------------------------|-----------------|-----------|
| Peso Superficialmente Seco (B) | 2124.600 | gr |
| Peso Muestra Sumergida (C) | 399.500 | gr |
| Peso de la Muestra Seca (A) | 1927.000 | gr |

$$\text{Peso Específico Aparente: } \frac{A}{B - C}$$

Peso Específico Aparente 1.117 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Sat. Super. Seco: } \frac{B}{B - C}$$

Peso Específico Sat.superf.seco 1.232 gr/cm³

$$\text{Peso Específico Nominal: } \frac{A}{A - C}$$

Peso Específico Nominal 1.262 gr/cm³

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

Absorción 10.25 %

3.2. DISEÑO DE MEZCLAS.

Para la presente investigación se usaron 6 canteras de la ciudad de Arequipa ya que esto nos permitiría conocer con cuál de estas se obtiene mejores resultados para elaborar las bloquetas artesanales, cabe resaltar que la Diatomita proviene de la cantera de la Bedoya, la cual se usó en todas las combinaciones de los distintos diseños de mezclas, ya que el objetivo principal de la tesis es evaluar su uso en la elaboración de este prefabricado.

Se siguió algunos parámetros del método del Comité ACI, por ser el método habitual para la elaboración de concreto, al ser una investigación se combinó este método con el método de la combinación del módulo de fineza de los agregados, esto permitió regular el volumen y la repartición de los materiales.

3.2.1. ESPECIFICACIÓN DE DISEÑO

Las resistencias que se buscaban para elaborar las bloquetas son de 50Kg/cm², 65Kg/cm², 85Kg/cm², como se mencionó anteriormente se empleó conceptos y algunos parámetros del método ACI 211.3R, el cual nos muestra ábacos y recomendaciones para la repartición de los volúmenes de los agregados, en cuanto a los volúmenes, pesos del cemento y el agua se realizaron distintas relaciones a/c, como son 0.85, 0.8,

0.75, 0.7, 0.65. Al realizar diseños de mezclas y combinaciones de los materiales se seleccionaron los mejores diseños para elaborar las bloquetas de concreto, cabe resaltar que se elaboraron distintas combinaciones de los materiales, repitiéndose para cada tipo de resistencia, como son:

- Piedra confitillo 3/8" + Arena + Diatomita
- Piedra confitillo 3/8"+ Piedra Pómez + Arena + Diatomita
- Piedra confitillo 3/8" + Piedra Pómez + Diatomita

3.2.2. DISEÑO DE MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS.

El método del módulo de fineza de la combinación de los agregados, describe la unión de los distintos materiales para realizar mezclas que no sean muy pedregosas, si no en cambio, mezclas más finas y mejor manejables, a continuación se describirán los pasos que se consideraron para elaborar los diseños de mezclas.

- Como se mencionó se puso estándar las relaciones a/c, que son: 0.85, 0.8, 0.75, 0.70, 0.65, 0.60, para el cálculo del cemento.
- Seguidamente se realizaron diseños de mezcla con las cantidades de agua proporcionadas por el comité del ACI, sin embargo se debía ajustar estas cantidades pues la mezcla tenía la apariencia de estar muy húmeda, esto perjudicaría el moldeado de las bloquetas, pues al

ser muy húmeda esta tiende a deformarse, es por ello luego de ajustar estos diseños se llegó a una cantidad optima de 178 lts y 180 lts, este rango aproximado nos proporcionaban mezclas adecuadas para la elaboración de las unidades prefabricadas.

- Seguidamente resta la distribución de los agregados, para ello se utilizó las tablas del módulo de fineza de la combinación de los agregados, que se encuentra ligado al número de bolsas de cemento por metro cúbico, lo cual tiene sentido en estas tablas, pues a mayor cemento menor agregado fino y viceversa.
- Para la distribución de los agregados se consideraron varias combinaciones, para que de esta manera se llegue a presentar más opciones de fabricación y mejor desempeño de las bloquetas.

Se presentan las tablas con las cuales fueron guía para los diseños elaborados en esta investigación:

Tabla Nº 1 **Relación agua/cemento por Resistencia**

| f'cr Kg/cm ² | Relación a/c en peso | |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 150 | 0.8 | 0.71 |
| 200 | 0.7 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.4 |
| 400 | 0.43 | - |
| 450 | 0.38 | - |

En primera instancia esta tabla nos da una cantidad aproximada de cuánto debe ser la relación a/c para alcanzar una determinada resistencia.

Se utilizó esta tabla, sin embargo al trabajar con materiales de pesos específicos bajos, es decir propiedades físicas que no son muy favorables, no se obtuvieron las resistencias esperadas según esta tabla. Cabe resaltar que tiene que ver también la cantidad de agua de amasado para el diseño, pues se debe de hidratar todas las partículas de cemento para que la resistencia a la compresión de los especímenes evolucione; más por el contrario al no tener suficiente agua el cemento se encapsula y evita la hidratación completa del cemento.

**Tabla
Nº 2 Volumen de agua por m³**

| Asentamiento | Agua en lt/m ³ , para TNM agregados y consistencia indicadas | | | | | | | |
|--|---|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| Concreto sin aire incorporado (Temperaturas normales) | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | - |
| Concreto con aire incorporado (Temperaturas bajas) | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 187 | 184 | 174 | 166 | 154 | - |

Como se mencionó se empleó esta tabla para obtener una cantidad de agua de amasado referencial para el diseño de mezcla, esta cantidad se redujo en un 13%.

Tabla N° 3 **Contenido de Aire Incorporado**

| TNM del Agregado Grueso | Aire Atrapado % |
|-------------------------|-----------------|
| 3/8" | 3.0 |
| 1/2" | 2.5 |
| 3/4" | 2.0 |
| 1" | 1.5 |
| 1 1/2" | 1.0 |
| 2" | 0.5 |
| 3" | 0.3 |
| 4" | 0.2 |

Se consideró aire atrapado de un 3% como indica la tabla superior.

Tabla N° 6 **Módulos de fineza de la combinación de agregados**

| TNM del Agregado Grueso | Módulo de fineza de la combinación de agregados en la cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas/m ³ (m) | | | |
|-------------------------|---|------|------|------|
| | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3/8" | 3.96 | 4.04 | 4.11 | 4.19 |
| 1/2" | 4.46 | 4.54 | 4.61 | 4.69 |
| 3/4" | 4.96 | 5.04 | 5.11 | 5.19 |
| 1" | 5.26 | 5.34 | 5.41 | 5.49 |
| 1 1/2" | 5.56 | 5.64 | 5.71 | 5.79 |
| 2" | 5.86 | 5.94 | 6.01 | 5.09 |
| 3" | 6.16 | 6.24 | 6.31 | 6.39 |

Se consideró esta tabla para la repartición de los agregados, esto nos ayudó a darnos cuenta de la variación de la incidencia del agregado fino cuando más bolsas de cemento emplean el diseño.

3.2.2.1 SECUENCIA DE DISEÑO DE MEZCLA

Para efectos de la investigación se emplearon las relaciones a/c mencionadas de 0.85, 0.80, 0.75, 0.70, 0.65, 0.60. Seguidamente para saber cuánto se debe de reducir el agua para darle una consistencia a las bloquetas, se empleó ábacos que nos proporciona, el comité del ACI 211.3R nos muestra los siguientes ábacos:

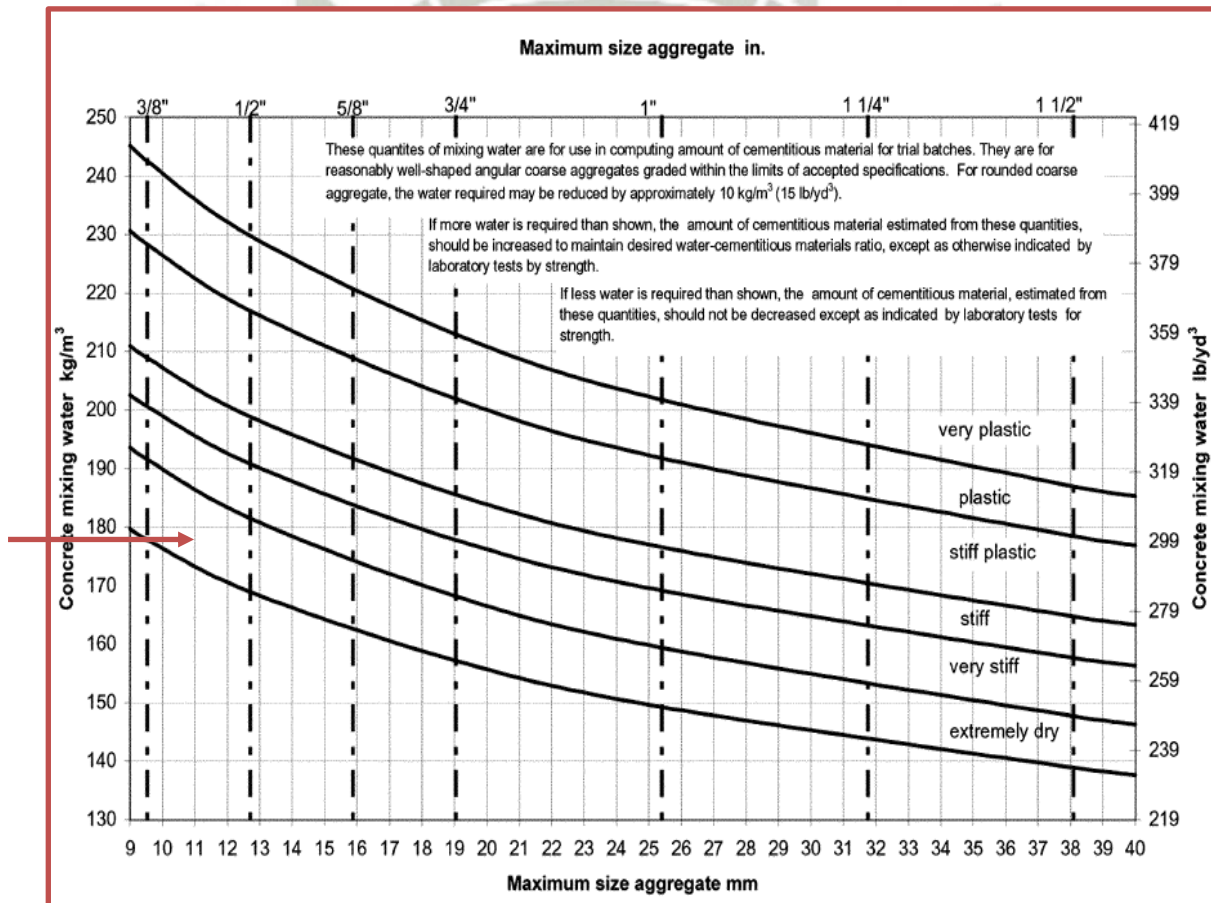


Tabla 3 Ábaco para la selección de agua de diseño

Este Ábaco nos muestra que la cantidad de agua para un agregado de 3/8" buscando una mezcla seca debe emplear

un aproximado de 178 Lts de agua, fue con lo que se partió para realizar los diseños de mezcla.

Seguidamente con las relaciones a/c se obtuvieron los pesos de las cantidades de cemento.

Es decir:

$$\frac{a}{c} = 0.85$$

$$\frac{178 \text{ lts}}{0.85} = C$$

Cemento = 209.41

| a/c | 0.85 | 0.8 | 0.75 | 0.7 | 0.65 | 0.6 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cantidad de Agua por metro cúbico | 178 | 178 | 180 | 180 | 182 | 182 |
| Cantidad de Cemento X Metro Cúbico | 209.41 | 222.50 | 240.00 | 257.14 | 280.00 | 303.33 |

Para las relaciones a/c superiores a 0.75 se usó 180 Lts de agua de amasado ya que la mezcla no terminaba de mezclarse, como se muestra en el cuadro superior.

Obtenida los pesos del cemento y el agua del diseño de mezclas, se obtuvo el aire atrapado de tablas:

| TNM del Agregado Grueso | Aire Atrapado % |
|----------------------------|-----------------|
| 3/8" | 3.0 |
| 1/2" | 2.5 |
| 3/4" | 2.0 |
| 1" | 1.5 |
| 1 1/2" | 1.0 |
| 2" | 0.5 |
| 3" | 0.3 |
| 4" | 0.2 |

Para la repartición de los agregados se utilizó las tablas del módulo de combinación de los agregados, así mismo se comprobó estas cantidades con el Ábaco que recomienda del comité ACI 211.3R.

| TNM del Agregado Grueso | Módulo de fineza de la combinación de agregados en la cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas/m ³ (m) | | | |
|----------------------------|---|------|------|------|
| | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3/8" | 3.96 | 4.04 | 4.11 | 4.19 |
| 1/2" | 4.46 | 4.54 | 4.61 | 4.69 |
| 3/4" | 4.96 | 5.04 | 5.11 | 5.19 |
| 1" | 5.26 | 5.34 | 5.41 | 5.49 |
| 1 1/2" | 5.56 | 5.64 | 5.71 | 5.79 |
| 2" | 5.86 | 5.94 | 6.01 | 5.09 |
| 3" | 6.16 | 6.24 | 6.31 | 6.39 |

Para este cálculo se extrapolo e interpolo los valores de los diseños de mezcla presentados:

| a/c | 0.85 | 0.8 | 0.75 | 0.7 | 0.65 | 0.6 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cantidad de Agua por metro cúbico | 178 | 178 | 180 | 180 | 182 | 182 |
| Cantidad de Cemento X Metro Cúbico | 209.41 | 222.50 | 240.00 | 257.14 | 280.00 | 303.33 |
| Numero de bolsas por metros cúbico | 4.93 | 5.24 | 5.65 | 6.05 | 6.59 | 7.14 |
| Módulos de Combinación Obtenidos de tablas | 3.87 | 3.9 | 3.93 | 3.97 | 4.01 | 4.06 |

EJEMPLO:

| TNM del Agregado Grueso | Módulo de fineza de la combinación de agregados en la cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas/m ³ (m) | | | | |
|--------------------------------|---|------|------|------|------|
| | 4.93 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3/8" | x | 3.96 | 4.04 | 4.11 | 4.19 |

Extrapolando se tiene:

Numero de Bolsas de Cemento

7.....4.04

6.....3.96

4.93.....X

Empleando la ecuación lineal

$$y=mx+n$$

$$3.96 = m(7 - 6) + 4.04$$

$$m = -0.08$$

Empleando esta pendiente para extrapolar:

$$y = -0.08 * 1.07 + 3.96$$

$$y = 3.87$$

De la misma manera se realizó el cálculo para cada número de bolsas en cada relación a/c.

Obtenido los valores interpolados para cada a/c, se utilizó la siguiente ecuación para calcular su módulo de combinación o su incidencia de finos r_f :

$$r_f = \frac{M_{\text{fineza Grueso}} - \text{Modulo de Combinación}}{M_{\text{fineza Grueso}} - M_{\text{fineza fino}}}$$

Se empleó los módulos de fineza de los agregados más bajos es decir el agregado de 3/8" la poderosa, y el módulo de fineza de la Diatomita.

Empleando la ecuación anterior se calcula el **rf** para cada a/c:

| a/c | 0.85 | 0.8 | 0.75 | 0.7 | 0.65 | 0.6 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cantidad de Agua por metro cúbico | 178 | 178 | 180 | 180 | 182 | 182 |
| Cantidad de Cemento X Metro Cúbico | 209.41 | 222.50 | 240.00 | 257.14 | 280.00 | 303.33 |
| Numero de bolsas por metros cúbico | 4.93 | 5.24 | 5.65 | 6.05 | 6.59 | 7.14 |
| Módulos de Combinación | 3.87 | 3.9 | 3.93 | 3.97 | 4.01 | 4.06 |
| Relación de Finos | 0.52 | 0.52 | 0.51 | 0.50 | 0.48 | 0.47 |
| Volumen Absoluto | | | | | | |
| Cemento | 0.0731 | 0.0777 | 0.0838 | 0.0898 | 0.0978 | 0.1059 |
| Agua | 0.178 | 0.178 | 0.18 | 0.18 | 0.182 | 0.182 |
| Volumen de Aire | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Volumen de Agregados | 0.7189 | 0.7143 | 0.7062 | 0.7002 | 0.6902 | 0.6821 |

$$rf = \frac{5.69 - 3.87}{5.69 - 2.22}$$

$$rf = 0.52$$

Para comprobar que los datos calculados guarden relación para realizar los diseños de mezclas, se corroboró los datos con el ábaco que nos presenta el comité del **ACI 211.3R**, se presenta continuación:

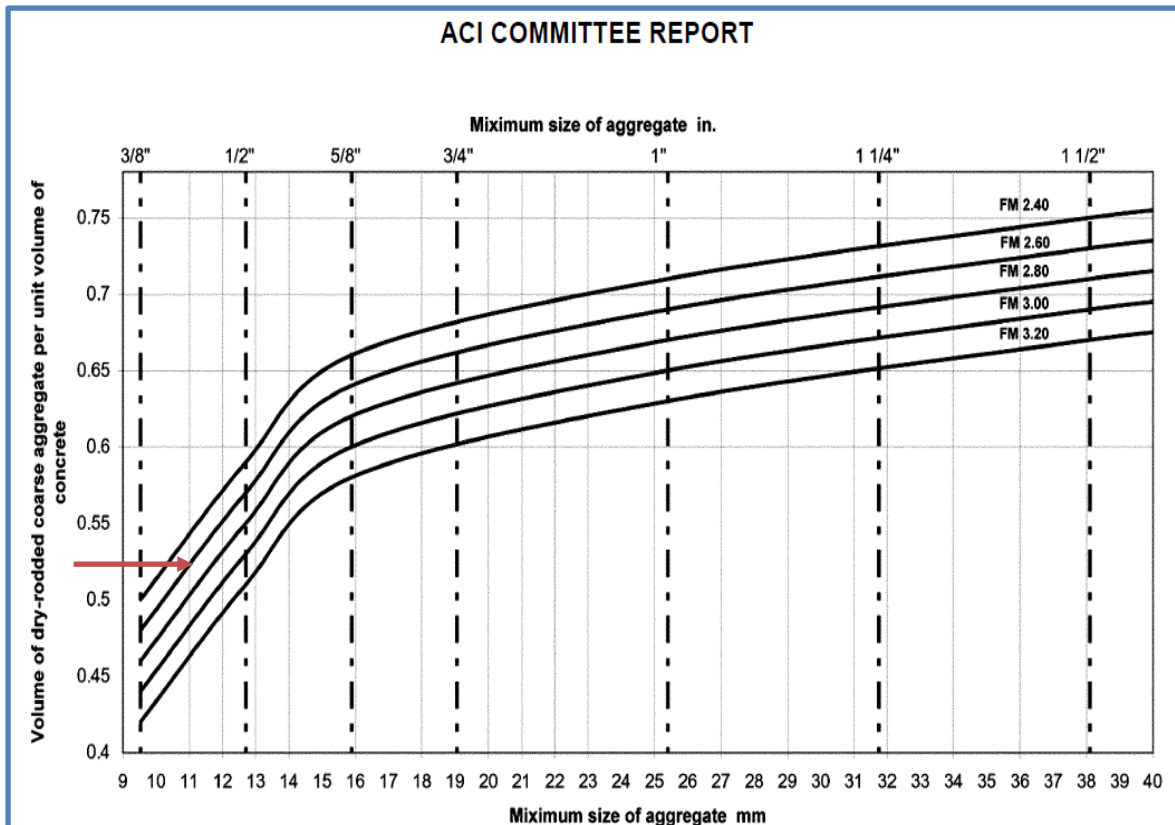


Tabla 4 Abaco para la relación de finos

En la gráfica se muestra que mientras aumenta el módulo de fineza disminuye el R_f , lo cual guarda relación con los datos obtenidos de la ecuación.

Una vez calculado el volumen absoluto de los agregados se procedió repartir los volúmenes de los agregados, ya con los volúmenes de los agregados es que se realizó las respectivas combinaciones de los materiales:

$$\text{Volumen de la arena} = \text{Volumen de Agregados} \times \text{Relación de Fino}$$

$$\text{Vol. Arena} = 0.7189 \times 0.52$$

$$\text{Vol. Arena} = \mathbf{0.3771 \text{ m}^3}$$

$$\text{Vol. Piedra} = 0.7189 - 0.3771$$

$$\text{Vol. Piedra} = \mathbf{0.3418 \text{ m}^3}$$

| a/c | 0.85 | 0.8 | 0.75 | 0.7 | 0.65 | 0.6 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Cantidad de Agua por metro cúbico | 178 | 178 | 180 | 180 | 182 | 182 |
| Cantidad de Cemento X Metro Cúbico | 209.41 | 222.50 | 240.00 | 257.14 | 280.0 | 303.330 |
| Numero de bolsas por metros cúbico | 4.93 | 5.24 | 5.65 | 6.05 | 6.59 | 7.14 |
| Módulos de Combinación | 3.87 | 3.9 | 3.93 | 3.97 | 4.01 | 4.06 |
| Relación de Finos | 0.52 | 0.52 | 0.51 | 0.50 | 0.48 | 0.47 |
| Volumen Absoluto | | | | | | |
| Cemento | 0.0731 | 0.0777 | 0.0838 | 0.0898 | 0.0978 | 0.1059 |
| Agua | 0.178 | 0.178 | 0.18 | 0.18 | 0.182 | 0.182 |
| Volumen de Aire | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Volumen de Agregado | 0.7189 | 0.7143 | 0.7062 | 0.7002 | 0.6902 | 0.6821 |
| Agregado Fino | 0.3771 | 0.3685 | 0.3582 | 0.3471 | 0.3342 | 0.3204 |
| Agregado Grueso | 0.3418 | 0.3458 | 0.3480 | 0.3531 | 0.3561 | 0.3617 |

Seguidamente con estos volúmenes se repartieron en porcentajes para los agregados de las diferentes canteras, tanto agregado grueso como agregado fino.

Para los porcentajes se siguió las normas de sustitución de puzolanas, que son hasta de un 30%, así mismo siguiendo las bibliografías empleadas, en las que nos indican que se presentan buenos resultados cuando se emplean dichos porcentajes, con el fin de optimizar aún más el diseño de mezclas, se tomaron sustituciones de 30% y 40% de la diatomita por arena, de las cuales mediante ensayos previos, no se obtuvo buenos resultados con una sustitución del 40%, por lo que solo se realizaron

sustituciones al 30% de la arena, sin embargo en la tercera combinación, al no querer emplear arena se realizaron pruebas de combinación de agregado fino entre diatomita y piedra pómez, esto ya que ambas son ligeras y también por el módulo de fineza de la piedra pómez. De estas pruebas se compararon una sustitución de 70% de Diatomita + 30% de Piedra Pómez, y otra de 60% de Diatomita + 40% de Pómez, esta última nos proporcionó mejores resultados por lo que fue la combinación adecuada para la investigación.

Para efectos de esta investigación se usaron las siguientes combinaciones, que de las cuales por los ensayos previos se muestra los porcentajes de incidencia de los agregados de cada diseño:

- Piedra confitillo 3/8" + Arena + Diatomita
- Piedra confitillo 3/8" + Piedra Pómez + Arena + Diatomita
- Piedra confitillo 3/8" + Piedra Pómez + Diatomita

A continuación se muestra un ejemplo para la primera combinación:

- ✓ 100% Piedra Confitillo 3/8" + 60% Arena + 40% Diatomita
- ✓ 100% Piedra Confitillo 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita

Se muestra las combinaciones previas que se realizaron para la selección del diseño con mejor resultado para la investigación, tal como se mencionó líneas arriba el mejor diseño fue la mezcla de 70% de Arena + 30% de Diatomita

| Relación a/c = 0.85 | Volúmenes Absolutos | Relación a/c = 0.85 | Volúmenes Absolutos |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Cemento | 0.0731 | Cemento | 0.0731 |
| Agua | 0.178 | Agua | 0.178 |
| Piedra 3/8" | 0.3418 | Piedra 3/8" | 0.3418 |
| Arena 60% | 0.2262 | Arena 70% | 0.2639 |
| Diatomita 40% | 0.1508 | Diatomita 30% | 0.1131 |

Seguidamente se realizaron combinaciones de canteras de los diferentes agregados utilizados, como son agregado fino de: Chiguata, Poderosa y la Diatomita de la Bedoya; agregado Grueso de: Chiguata, Poderosa y Piedra Pómez de chiguata.

Para el primer diseño se realizó solo tres combinaciones:

- Agregado Grueso cantera Chiguata + Agregado Fino Cantera Chiguata + Diatomita Cantera Bedoya.
- Agregado Grueso cantera Chiguata + Agregado Fino Cantera Poderosa + Diatomita Cantera Bedoya.
- Agregado Grueso cantera Poderosa + Agregado Fino Cantera Poderosa + Diatomita Cantera Bedoya.

Para el segundo diseño se realizó solo tres combinaciones:

- Agregado Grueso cantera Chiguata + Agregado Fino Cantera Chiguata + Diatomita Cantera Bedoya + Agregado Pómez Chiguata
- Agregado Grueso cantera Chiguata + Agregado Fino Cantera Poderosa + Diatomita Cantera Bedoya+ Agregado Pómez Chiguata
- Agregado Grueso cantera Poderosa + Agregado Fino Cantera Poderosa + Diatomita Cantera Bedoya + Agregado Pómez Chiguata

Para el tercer diseño se realizó solo dos combinaciones:

- Agregado Grueso cantera Chiguata + Agregado Pómez Chiguata + Diatomita Cantera Bedoya.
- Agregado Grueso cantera Poderosa + Agregado Pómez Chiguata + Diatomita Cantera Bedoya.

Conocidas las propiedades físicas de los agregados empleados para el diseño, se calcularon los distintos pesos de los materiales para el diseño:

RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LOS AGREGADOS

| MATERIALES | CANTERA Procedencia | Peso Específico Kg/m³ | %Absorción | Módulo de Fineza | P.U.S. | P.U.C. |
|---------------------------|--------------------------------|---|-------------------|-----------------------------|---------------|---------------|
| Piedra 3/8" Huso 8 | Poderosa | 2706 | 1.01 | 5.69 | 1375 | 1523 |
| Piedra 3/8" Huso 8 | Chiguata | 2435 | 3.19 | 6.53 | 1289 | 1430 |
| Piedra Pómez | Chiguata | 1232 | 10.25 | 4.84 | 758 | 846 |
| Diatomita | Bedoya | 2019 | 21.21 | 2.22 | 901 | 1028 |
| Arena | Poderosa | 2647 | 1.63 | 2.85 | 1647 | 1879 |
| Arena | Chiguata | 2607 | 0.40 | 2.42 | 1611 | 1728 |
| Cemento Tipo IP | Yura S. A. | 2864 | | | | |
| Agua | Lab Civil | 1000 | | | | |

Cuadros 7 Resumen de resultados de los ensayos de los agregados

Seguidamente se presenta los diseños empleados para el estudio de la fabricación de las probetas de las cuales se escogerá las mejores a/c para elaborar las bloquetas:

100% Piedra Confitillo 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita

| Relación a/c = 0.85 | Volúmenes Absolutos | Canteras | | |
|----------------------------|------------------------|---|---|---|
| | | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0731 | 209 | 209 | 209 |
| Agua | 0.178 | 178 | 178 | 178 |
| Piedra 3/8" | 0.3418 | 832 | 832 | 925 |
| Arena 70% | 0.2639 | 688 | 699 | 699 |
| Diatomita 30% | 0.1131 | 228 | 228 | 228 |

Todas las Distribuciones de los diseños de mezclas consideraron el peso específico de cada agregado y de las diferentes canteras, posteriormente se presentarán los diseños de mezcla en volúmenes de dosificación.

3.3. ELABORACIÓN DE DISEÑOS PARA LAS PROBETAS DE CONCRETO.

Elaborados los diseños de mezcla en gabinete se procedieron a probar los distintos diseños en el laboratorio de la UCSM, se procedieron a elaborar la probetas de concreto ya que de los resultados obtenidos es los que se escogerían para poder elaborar la bloquetas; cada día de ensayo se probaron cuatro combinaciones de mezcla de donde se obtuvieron alrededor de 40 probetas diarias.

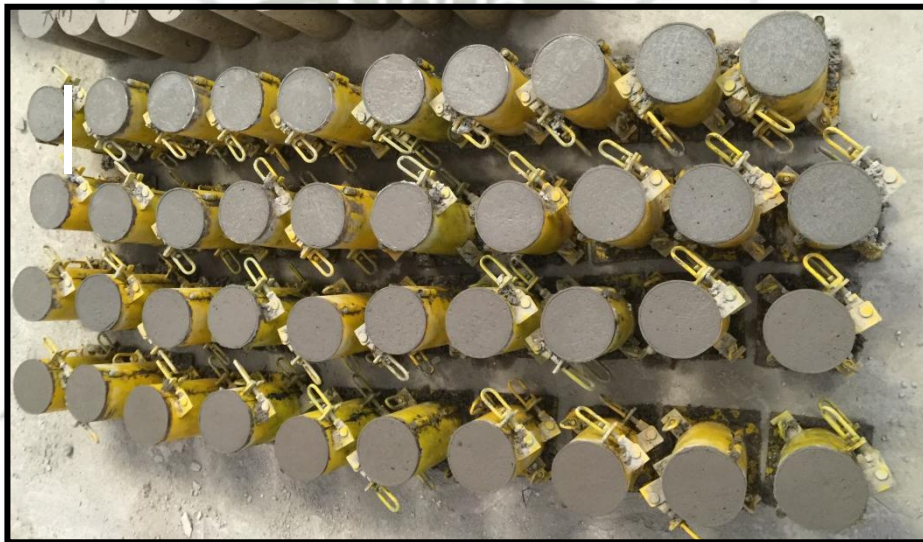


Figura 30 Probetas elaboradas por día

3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS DISEÑOS REALIZADOS.

En los siguientes puntos de la tesis se presentaran los diseños elaborados de los cuales se procederá a escoger las mejores mezclas para elaborar las bloquetas de concreto, esta metodología también ayudará a escoger situaciones de diseño en las que se desee elaborar bloquetas pero se consiga las resistencias a menor edad, lo cual sin duda ayudará al fabricante a entregar a menor

tiempo los requerimientos de producción a los clientes pero que añadirán un cierto costo adicional.

3.3.2. PRESENTACIÓN DE DISEÑOS GLOBALES

3.3.2.1. DISEÑO CON PIEDRA CONFITILLO 3/8” + ARENA + DIATOMITA

Como se describió líneas arriba se combinaron porcentajes de 30% y 40% para el agregado fino, seguidamente a estas combinaciones se escogió con el mejor porcentaje de incidencia que en este caso es el 30%, para luego seguir con la combinación de las distintas canteras mencionadas con el fin de dar mayores opciones de producción al fabricante, se presenta un resumen de los diseños elaborados

100% Piedra Confitillo 3/8” + 70% Arena + 30% Diatomita

- 100% Agregado Grueso cantera Chiguata + 70% Agregado Fino Cantera Chiguata + 30% Diatomita Cantera Bedoya.
- 100% Agregado Grueso cantera Chiguata + 70% Agregado Fino Cantera Poderosa + 30% Diatomita Cantera Bedoya.
- 100% Agregado Grueso cantera Poderosa + 70% Agregado Fino Cantera Poderosa + 30% Diatomita Cantera Bedoya

Es tas combinaciones se realizaron para todos los diseños de mezcla elaborados:

| Relación a/c = 0.85 | Volúmenes Absolutos | Canteras | | |
|---------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0731 | 209 | 209 | 209 |
| Agua | 0.178 | 178 | 178 | 178 |
| Piedra 3/8" | 0.3418 | 832 | 832 | 925 |
| Arena 70% | 0.2639 | 688 | 699 | 699 |
| Diatomita 30% | 0.1131 | 228 | 228 | 228 |

| Relación a/c = 0.8 | Volúmenes Absolutos | Canteras | | |
|---------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0777 | 223 | 223 | 223 |
| Agua | 0.178 | 178 | 178 | 178 |
| Piedra 3/8" | 0.3458 | 842 | 842 | 936 |
| Arena 70% | 0.2579 | 672 | 683 | 683 |
| Diatomita 30% | 0.1105 | 223 | 223 | 223 |

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.75 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0838 | 240 | 240 | 240 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" | 0.348 | 847 | 847 | 942 |
| Arena 70% | 0.2507 | 654 | 664 | 664 |
| Diatomita 30% | 0.1075 | 217 | 217 | 217 |

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.7 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0898 | 257 | 257 | 257 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" | 0.3531 | 860 | 860 | 956 |
| Arena 70% | 0.243 | 633 | 643 | 643 |
| Diatomita 30% | 0.1041 | 210 | 210 | 210 |

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.65 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0978 | 280 | 280 | 280 |
| Agua | 0.182 | 182 | 182 | 182 |
| Piedra 3/8" | 0.3561 | 867 | 867 | 963 |
| Arena 70% | 0.2339 | 610 | 619 | 619 |
| Diatomita 30% | 0.1003 | 202 | 202 | 202 |

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.6 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.1059 | 303 | 303 | 303 |
| Agua | 0.182 | 182 | 182 | 182 |
| Piedra 3/8" | 0.3617 | 881 | 881 | 979 |
| Arena 70% | 0.2243 | 585 | 594 | 594 |
| Diatomita 30% | 0.0961 | 194 | 194 | 194 |

3.3.2.2. DISEÑO CON PIEDRA CONFITILLO 3/8”+ PIEDRA PÓMEZ + ARENA + DIATOMITA

70% Piedra Confitillo 3/8” + 30% Piedra Pómez + 70% Arena +

30% Diatomita

Combinación de las diferentes Cantera

- 70% Agregado Grueso cantera Chiguata + 30% Piedra Pómez + 70% Agregado Fino Cantera Chiguata + 30% Diatomita Cantera Bedoya.
- 70% Agregado Grueso cantera Chiguata + 30% Piedra Pómez + 70% Agregado Fino Cantera Poderosa + 30% Diatomita Cantera Bedoya.
- 70% Agregado Grueso cantera Poderosa + 30% Piedra Pómez + 70% Agregado Fino Cantera Poderosa + 30% Diatomita Cantera Bedoya.

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.85 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Segunda Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0731 | 209 | 209 | 209 |
| Agua | 0.178 | 178 | 178 | 178 |
| Piedra 3/8" 70% | 0.2393 | 583 | 583 | 647 |
| Piedra Pómez 30% | 0.1025 | 126 | 126 | 126 |
| Arena 70% | 0.2639 | 688 | 699 | 699 |
| Diatomita 30% | 0.1131 | 228 | 228 | 228 |

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.80 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Segunda Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0777 | 223 | 223 | 223 |
| Agua | 0.178 | 178 | 178 | 178 |
| Piedra 3/8" 70% | 0.2421 | 589 | 589 | 655 |
| Piedra Pómez 30% | 0.1038 | 128 | 128 | 128 |
| Arena 70% | 0.2579 | 672 | 683 | 683 |
| Diatomita 30% | 0.1105 | 223 | 223 | 223 |

| Relación a/c = 0.75 | Volúmenes Absolutos | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Segunda Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0838 | 240 | 240 | 240 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" 70% | 0.2436 | 593 | 593 | 659 |
| Piedra Pómez 30% | 0.1044 | 129 | 129 | 129 |
| Arena 70% | 0.2507 | 654 | 664 | 664 |
| Diatomita 30% | 0.1075 | 217 | 217 | 217 |

| Relación a/c = 0.70 | Volúmenes Absolutos | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Segunda Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0898 | 257 | 257 | 257 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" 70% | 0.2472 | 602 | 602 | 669 |
| Piedra Pómez 30% | 0.1059 | 131 | 131 | 131 |
| Arena 70% | 0.243 | 633 | 643 | 643 |
| Diatomita 30% | 0.1041 | 210 | 210 | 210 |

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.65 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Segunda Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0978 | 280 | 280 | 280 |
| Agua | 0.182 | 182 | 182 | 182 |
| Piedra 3/8" 70% | 0.2492 | 607 | 607 | 674 |
| Piedra Pómez 30% | 0.1068 | 132 | 132 | 132 |
| Arena 70% | 0.2339 | 610 | 619 | 619 |
| Diatomita 30% | 0.1003 | 202 | 202 | 202 |

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.60 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Segunda Combinación | | | | |
| Cemento | 0.1059 | 303 | 303 | 303 |
| Agua | 0.182 | 182 | 182 | 182 |
| Piedra 3/8" 70% | 0.2532 | 616 | 616 | 685 |
| Piedra Pómez 30% | 0.1085 | 134 | 134 | 134 |
| Arena 70% | 0.2243 | 585 | 594 | 594 |
| Diatomita 30% | 0.0961 | 194 | 194 | 194 |

3.3.2.3 DISEÑO CON PIEDRA CONFITILLO 3/8" + PIEDRA PÓMEZ + DIATOMITA

100% Piedra Confitillo 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60%

Diatomita

Combinación de las diferentes Cantera

- 100% Agregado Grueso cantera Chiguata + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita Cantera Bedoya.
- 100% Agregado Grueso cantera Poderosa + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita Cantera Bedoya.

| Relación a/c = 0.85 | Volúmenes Absolutos | Canteras | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Tercera Combinación | | | |
| Cemento | 0.0731 | 209 | 209 |
| Agua | 0.178 | 178 | 178 |
| Piedra 3/8" | 0.3418 | 832 | 925 |
| Piedra Pómez 40% | 0.1508 | 186 | 186 |
| Diatomita 60% | 0.2262 | 457 | 457 |

| | | Canteras | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.80 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Tercera Combinación | | | |
| Cemento | 0.0777 | 223 | 223 |
| Agua | 0.178 | 178 | 178 |
| Piedra 3/8" | 0.3458 | 842 | 936 |
| Piedra Pómez 40% | 0.1474 | 182 | 182 |
| Diatomita 60% | 0.2211 | 446 | 446 |

| | | Canteras | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.75 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Tercera Combinación | | | |
| Cemento | 0.0838 | 240 | 240 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" | 0.3480 | 847 | 942 |
| Piedra Pómez 40% | 0.1433 | 177 | 177 |
| Diatomita 60% | 0.2149 | 434 | 434 |

| | | Canteras | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.70 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Tercera Combinación | | | |
| Cemento | 0.0898 | 257 | 257 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" | 0.3531 | 860 | 956 |
| Piedra Pómez 40% | 0.1388 | 171 | 171 |
| Diatomita 60% | 0.2082 | 420 | 420 |

| | | Canteras | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.65 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Tercera Combinación | | | |
| Cemento | 0.0978 | 280 | 280 |
| Agua | 0.182 | 182 | 182 |
| Piedra 3/8" | 0.3561 | 867 | 963 |
| Piedra Pómez 40% | 0.1337 | 165 | 165 |
| Diatomita 60% | 0.2005 | 405 | 405 |

| | | Canteras | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.60 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Tercera Combinación | | | |
| Cemento | 0.1059 | 303 | 303 |
| Agua | 0.182 | 182 | 182 |
| Piedra 3/8" | 0.3617 | 881 | 979 |
| Piedra Pómez 40% | 0.1282 | 158 | 158 |
| Diatomita 60% | 0.1922 | 388 | 388 |

3.4. SELECCIÓN DE DISEÑO DE MEZCLA PARA LA ELABORACIÓN DE LAS BLOQUETAS DE CONCRETO PARA MUROS PORTANTES.

Elaboradas las probetas de concreto se procedió a elaborar las bloquetas, para ello se seleccionaron los mejores diseños de mezcla, es decir los que mejores resultados a la compresión nos ofrecían, cabe resaltar que los resultados de las probetas de concreto se esperaron hasta los 14 días para luego elaborar las bloquetas, esto es causa de que un prefabricado debe alcanzar las mejores resistencias a cortas edades para la venta y para la utilización en la construcción con esta

unidad, en el siguiente capítulo se mostrará la evolución de la resistencia a las compresión de los distintos diseños, en los que en resumen se puede mencionar que los mejores resultados se obtuvieron de las siguientes combinaciones de las relaciones a/c: 0.75, 0.70 y 0.65.

✓ Piedra confitillo 3/8" + Arena + Diatomita

100% Piedra confitillo 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita

✓ Piedra confitillo 3/8"+ Piedra Pómez + Arena + Diatomita

70% Piedra confitillo 3/8"+ 30% Piedra Pómez + 70%
Arena +30% Diatomita

✓ Piedra confitillo 3/8" + Piedra Pómez + Diatomita

100% Piedra confitillo 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60%
Diatomita

Se realizaron bloquetas con estas combinaciones y relaciones a/c, las demás a/c se descartaron ya que su resistencia a la compresión era relativamente menor, sin embargo si se realizaron bloquetas con las mismas combinaciones de canteras que las probetas a manera de tener mayor opción de producción.

En los siguientes ítems se presentará un resumen los diseños empleados para la elaboración de las bloquetas.

3.4.1. BLOQUETAS ELABORADAS CON PIEDRA CONFITILLO 3/8" + ARENA + DIATOMITA

100% Piedra Confitillo 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita

- 100% Agregado Grueso cantera Chiguata + 70%
Agregado Fino Cantera Chiguata + 30%
Diatomita Cantera Bedoya.
- 100% Agregado Grueso cantera Chiguata + 70%
Agregado Fino Cantera Poderosa + 30%
Diatomita Cantera Bedoya.
- 100% Agregado Grueso cantera Poderosa + 70%
Agregado Fino Cantera Poderosa + 30%
Diatomita Cantera Bedoya:

Se tomaron las relaciones a/c 0.75, 0.70 y 0.65

| Relación a/c = 0.75 | Volúmenes Absolutos | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0838 | 240 | 240 | 240 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" | 0.3480 | 847 | 847 | 942 |
| Arena 70% | 0.2507 | 654 | 664 | 664 |
| Diatomita 30% | 0.1075 | 217 | 217 | 217 |

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.7 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0898 | 257 | 257 | 257 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" | 0.3531 | 860 | 860 | 956 |
| Arena 70% | 0.2430 | 633 | 643 | 643 |
| Diatomita 30% | 0.1041 | 210 | 210 | 210 |

| | | Canteras | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Relación a/c = 0.65 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Primera Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0978 | 280 | 280 | 280 |
| Agua | 0.182 | 182 | 182 | 182 |
| Piedra 3/8" | 0.3561 | 867 | 867 | 963 |
| Arena 70% | 0.2339 | 610 | 619 | 619 |
| Diatomita 30% | 0.1003 | 202 | 202 | 202 |

3.4.2. BLOQUETAS ELABORADAS CON PIEDRA CONFITILLO 3/8”+ PIEDRA PÓMEZ + ARENA + DIATOMITA

**70% Piedra Confitillo 3/8” + 30% Piedra Pómez + 70% Arena +
30% Diatomita**

Combinación de las diferentes Cantera

- 70% Agregado Grueso cantera Chiguata + 30% Piedra Pómez +
70% Agregado Fino Cantera Chiguata + 30% Diatomita Cantera
Bedoya.
- 70% Agregado Grueso cantera Chiguata + 30% Piedra Pómez +
70% Agregado Fino Cantera Poderosa + 30% Diatomita Cantera
Bedoya.
- 70% Agregado Grueso cantera Poderosa + 30% Piedra Pómez +
70% Agregado Fino Cantera Poderosa + 30% Diatomita Cantera
Bedoya

| | | Canteras | | |
|-----------------------------|------------------------|---|---|---|
| Relación a/c = 0.75 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Segunda Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0838 | 240 | 240 | 240 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" 70% | 0.2436 | 593 | 593 | 659 |
| Piedra Pómez 30% | 0.1044 | 129 | 129 | 129 |
| Arena 70% | 0.2507 | 654 | 664 | 664 |
| Diatomita 30% | 0.1075 | 217 | 217 | 217 |

| | | Canteras | | |
|-----------------------------|------------------------|---|---|---|
| Relación a/c = 0.70 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Segunda Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0898 | 257 | 257 | 257 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" 70% | 0.2472 | 602 | 602 | 669 |
| Piedra Pómez 30% | 0.1059 | 131 | 131 | 131 |
| Arena 70% | 0.2430 | 633 | 643 | 643 |
| Diatomita 30% | 0.1041 | 210 | 210 | 210 |

| Relación a/c = 0.65 | Volúmenes Absolutos | Canteras | | |
|-----------------------------|------------------------|---|---|---|
| | | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Chiguata - Arena Poderosa | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Segunda Combinación | | | | |
| Cemento | 0.0978 | 280 | 280 | 280 |
| Agua | 0.182 | 182 | 182 | 182 |
| Piedra 3/8" 70% | 0.2492 | 607 | 607 | 674 |
| Piedra Pómez 30% | 0.1068 | 132 | 132 | 132 |
| Arena 70% | 0.2339 | 610 | 619 | 619 |
| Diatomita 30% | 0.1003 | 202 | 202 | 202 |

3.4.3. BLOQUETAS ELABORADAS CON PIEDRA CONFITILLO 3/8" + PIEDRA PÓMEZ + DIATOMITA

**100% Piedra Confitillo 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60%
Diatomita**

Combinación de las diferentes Cantera

- 100% Agregado Grueso cantera Chiguata + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita Cantera Bedoya.
- 100% Agregado Grueso cantera Poderosa + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita Cantera Bedoya.

| | | Canteras | |
|-----------------------------|------------------------|---|---|
| Relación a/c = 0.75 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Tercera Combinación | | | |
| Cemento | 0.0838 | 240 | 240 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" | 0.3480 | 847 | 942 |
| Piedra Pómez 40% | 0.1433 | 177 | 177 |
| Diatomita 60% | 0.2149 | 434 | 434 |

| | | Canteras | |
|-----------------------------|------------------------|---|---|
| Relación a/c = 0.70 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Tercera Combinación | | | |
| Cemento | 0.0898 | 257 | 257 |
| Agua | 0.18 | 180 | 180 |
| Piedra 3/8" | 0.3531 | 860 | 956 |
| Piedra Pómez 40% | 0.1388 | 171 | 171 |
| Diatomita 60% | 0.2082 | 420 | 420 |

| | | Canteras | |
|-----------------------------|------------------------|---|---|
| Relación a/c = 0.65 | Volúmenes Absolutos | Piedra Chiguata - Arena Chiguata | Piedra Poderosa - Arena Poderosa |
| Tercera Combinación | | | |
| Cemento | 0.0978 | 280 | 280 |
| Agua | 0.182 | 182 | 182 |
| Piedra 3/8" | 0.3561 | 867 | 963 |
| Piedra Pómez 40% | 0.1337 | 165 | 165 |
| Diatomita 60% | 0.2005 | 405 | 405 |



3.5 SECUENCIA DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETOS

A. DOSIFICACIÓN:

Para la fabricación los agregados son dosificados por volumen o por peso para una mayor precisión; de igual manera el cemento será pesado, según el estudio del diseño de mezclas realizado para su elaboración, siendo los agregados que interviene en esta dosificación: cemento, piedra 3/8" (confitillo), arena, diatomita y la piedra pómez (confitillo).



B. MEZCLADO:

El mezclado del concreto se realiza en mezcladoras de eje horizontal y de alta eficiencia que garantizan la homogeneidad de la mezcla, donde se humedece toda el área interior del trompo para no



tener pérdida de agua de diseño. La secuencia de mezcla fue primero cemento y agua a sus 2/3 partes, continuando con las arenas y piedras respectivamente, como los agregados son muy absorbentes, incorporar lentamente el sobrante de agua de diseño; finalmente se debe llegar a un concreto de mezcla seca o de “slump” cero.



C. MOLDEADO

Los bloques son moldeados por vibro-compresión en una prensa con parámetros predefinidos al tipo de bloque que se necesita fabricar, el procedimiento de uso de esta prensa es la siguiente:

- ✓ VIBRADO: Este equipo vibrante se coloca en las caras del molde, ya que en esa forma recibe directamente las ondas y son transmitidas a la masa del concreto. El llenado se debe realizar en capas y con la apoyo de un pequeño rastrillo se puede acomodar la mezclas y nivelando la superficie del molde el cual debe ser metálico.



- ✓ **COMPACTADO:** Mientras continúa el proceso de vibrado de los moldes, se realiza el proceso de compactación manual, logrando aumentar más material debido al compactado y vibrado, hasta alcanzar el límite de los moldes. El vibrado se mantiene hasta que aparezca una película de agua en la superficie.

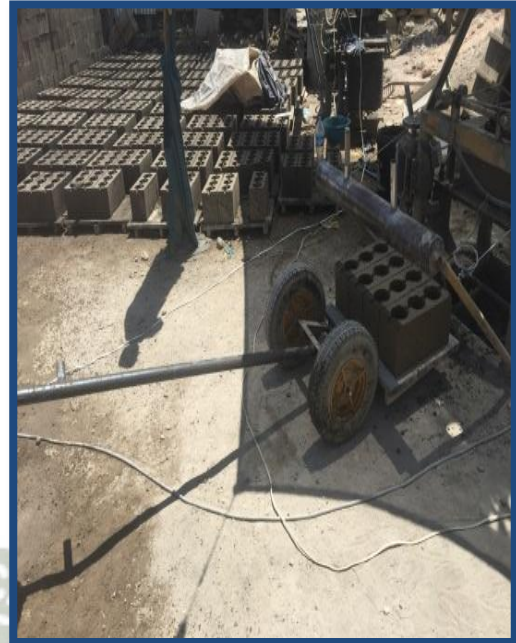


D. **DESMOLDE:**

En el proceso de desmolde, se retira el tope que soporta los moldes, continuando con la compactación de una plancha metálica, se despega el material del molde sobre una parihuela.

E. TRASLADO:

Una vez ya desmoldadas las bloquetas de la máquina vibrocompactadora, se procede al traslado de las bloquetas frescas hacia un área respectiva para su proceso de fraguado, teniendo cuidado en el traslado debido a su estado fresco. Cualquier golpe puede deformarlas.



F. FRAGUADO:

Una vez fabricados los bloques, deben ser colocados en un lugar que puedan ser protegidos con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse, donde se recomienda dejarlos de un día para el otro. Pasado un día, en esta investigación se realizó la codificación de acuerdo a la mezcla realizada para que luego los bloques puedan ser retirados y ser colocados en rumas para su curado.



G. **CURADO:** El curado consiste en que las bloquetas se mantengan húmedas para que pueda continuar la reacción química del cemento, para lograr obtener una buena calidad y la resistencia adecuada. El riego de las bloquetas debe ser periódicamente con agua durante los primeros 7 días, por lo menos tres veces al día o mantenerlas en la piscina con agua y cal por lo menos 3 días.



H. **SECADO Y ALMACENAMIENTO:**

Se debe tomar un área específica para el secado lentamente y luego almacenados para su utilización. Se pueden almacenar en columnas no mayor de 5 bloquetas y con una pequeña separación para la circulación del aire.



4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PROBETAS ELABORADAS.

Se obtuvo 6 diferentes tipos de relación a/c de los cuales se diseñaron ocho diferentes tipos de combinación con agregados por cada tipo relación de agua/cemento. Obtenido un total de 576 ensayos de probetas de concreto.



Se realiza el proceso de compactado con una barrilla metálica para alcanzar la mayor compactación en las probetas de concreto.

Se procedió con el enrazado de las probetas para dejar una superficie plana para una buena compresión.



Se utilizó dos piscinas para el curado de las probetas realizadas.

4.1.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Para la selección de los diseños para elaborar las bloquetas se tomó los diseños que alcanzaban mejores resultados a los 14 días. Se tomaron los datos hasta los 28 días, pero al ser una unidad que debe ser utilizada a menor edad se consideró esta metodología y se hizo una comparación de las combinaciones que se presentó en el capítulo 3.



Figura 31 Máquina compresión del laboratorio de la UCSM



Figura 32 Rotura de Probeta en el laboratorio de la UCSM

De estas combinaciones se realizaron diseños de mezcla con las relaciones a/c 0.75, 0.70, 0.65 con las siguientes combinaciones:

Piedra confitillo 3/8" + Arena + Diatomita

- 100% Piedra Confitillo 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita

**Piedra confitillo 3/8”+ Piedra Pómez + Arena +
Diatomita**

- 70% Piedra Confitillo 3/8” ”+ 30% Piedra Pómez + 70%
Arena + 30% Diatomita

Piedra confitillo 3/8” + Piedra Pómez + Diatomita

- 100% Piedra Confitillo 3/8” + 60% Piedra Pómez + 40%
Diatomita

Se realizaron probetas con todas las combinaciones de las canteras, esto ayudará a conocer cuáles son las diferencias y la influencia de las propiedades físicas en cada una de ellas.

A continuación se presenta un promedio de la evolución de las resistencias para la selección de los diseños para elaborar las bloquetas de concreto. Los ensayos obtenidos de la máquina de compresión **serán 6 anexados** a mayor detalle.

Relación a/c 0.85 - 14 días - Selección de Diseño

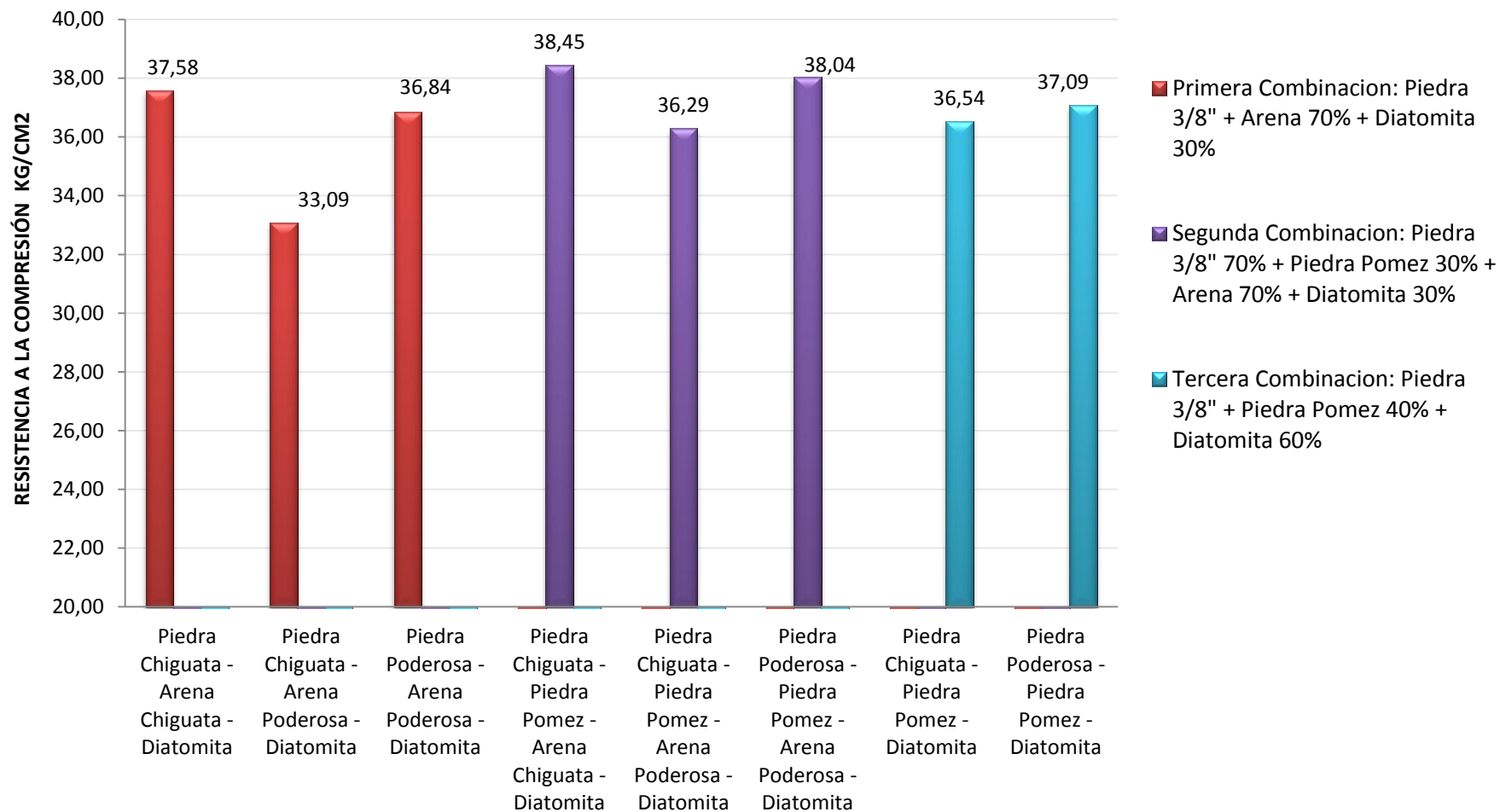


Gráfico 7 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.85

Relación a/c 0.80 - 14 días - Diseños Seleccionados

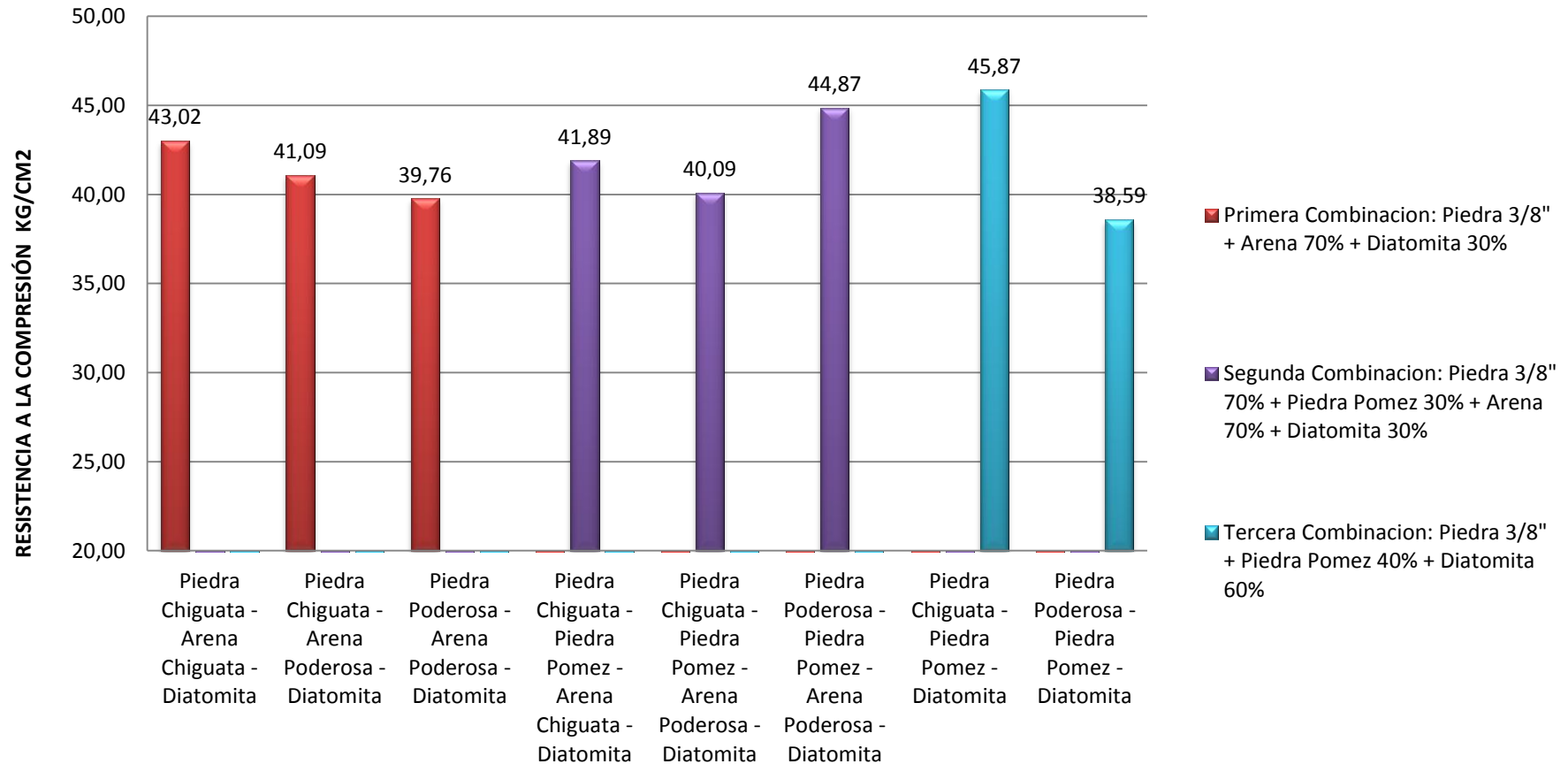


Gráfico 8 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.80

Relación a/c 0.75 - 14 días - Selección de Diseño

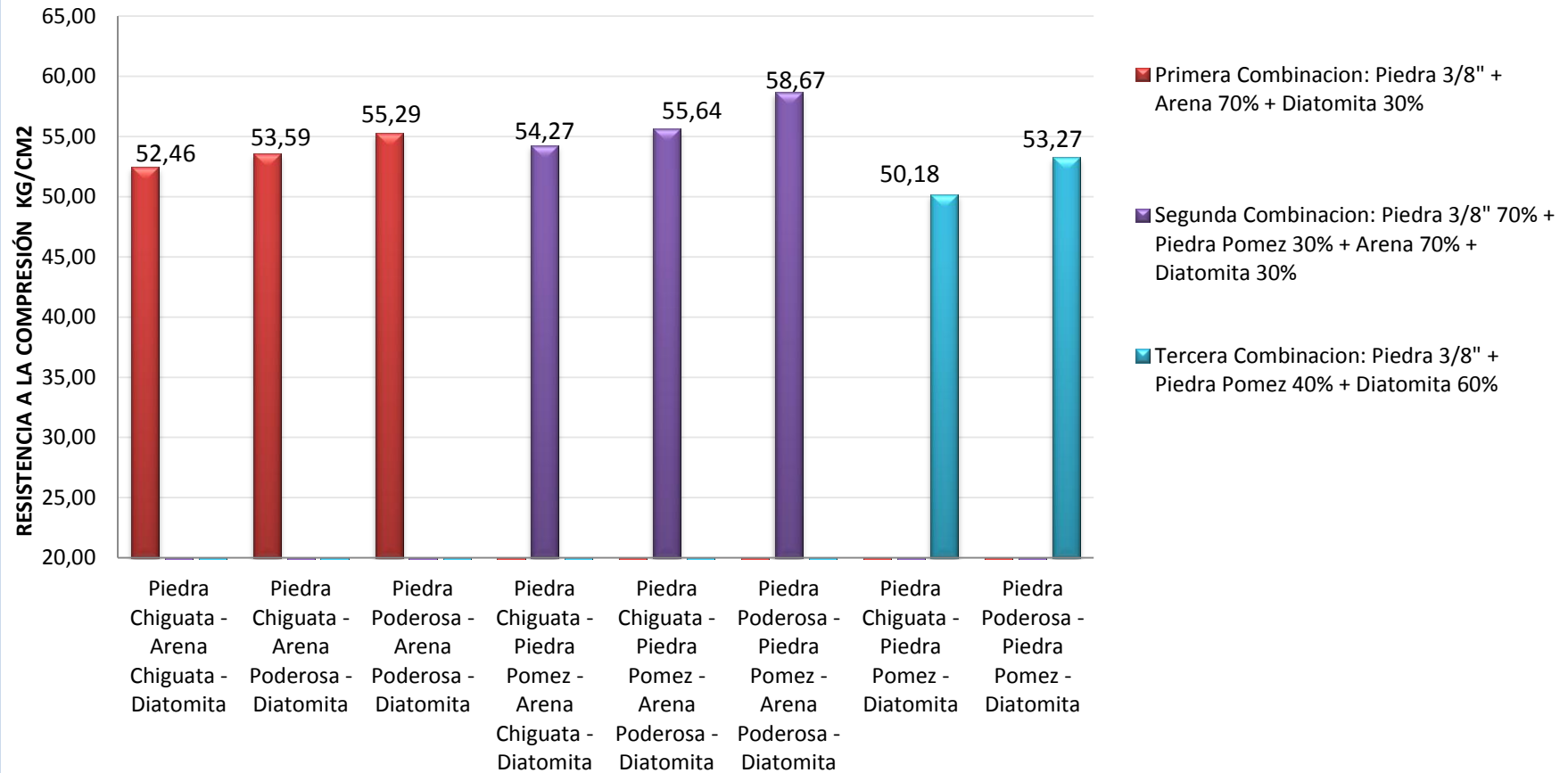


Gráfico 9 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.75

Relación a/c 0.70 - 14 días - Selección de Diseño

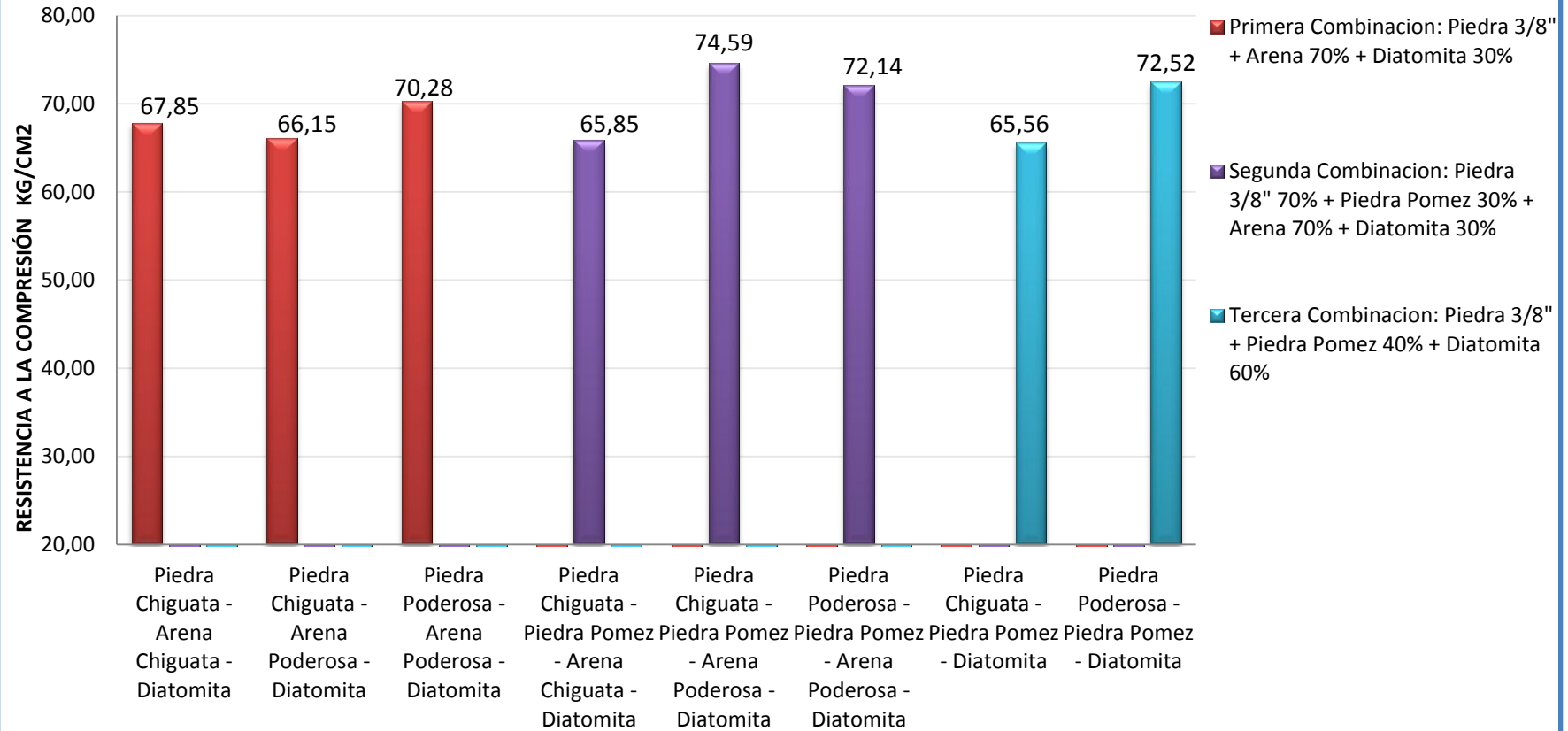


Gráfico 10 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.70

Relación a/c 0.65 - 14 días - Selección de Diseño

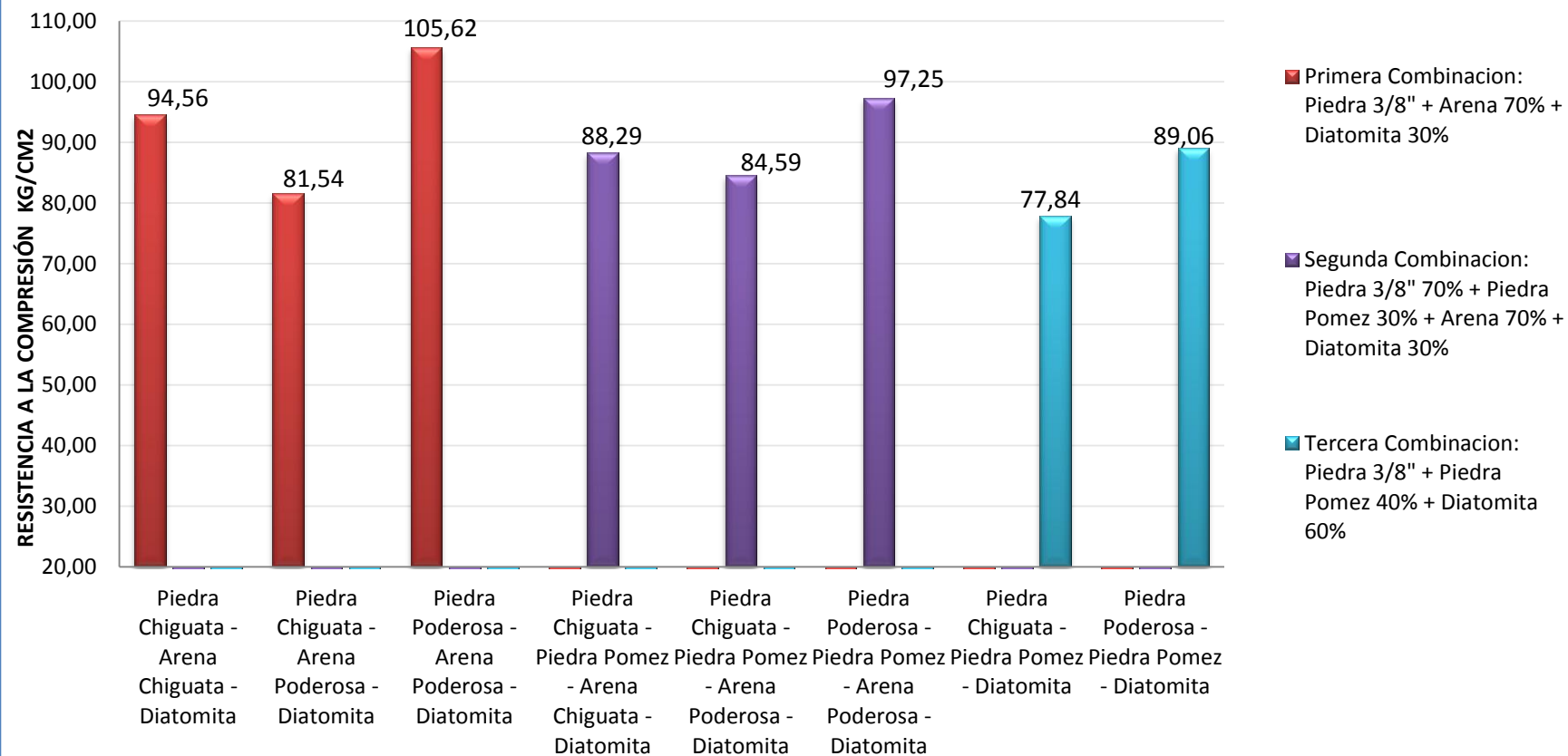


Gráfico 11 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.65

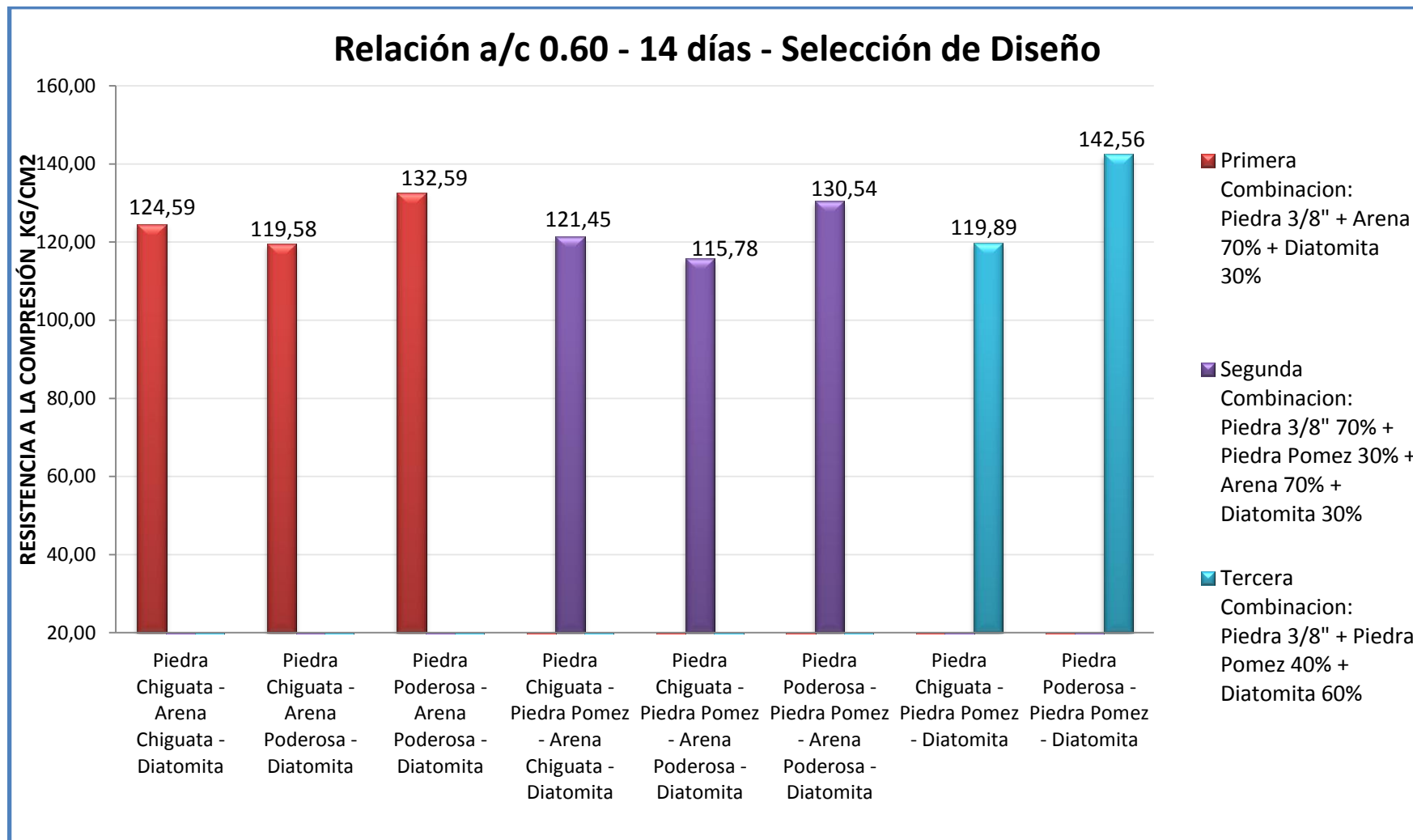


Gráfico 12 Evolución de la compresión de las probetas a los 14 días a/c = 0.60

DISEÑOS SELECCIONADOS

Después de analizar todos los resultados a compresión de las probetas elaboradas y analizando las distintas relaciones a/c, se seleccionaron las relaciones a/c mencionadas: 0.75, 0.70, 0.65, pues estos diseños ofrecían un margen adicional a la resistencia especificada, por lo que siguiendo los criterios de un buen diseño de mezcla estas relaciones ofrecerán bloquetas de buena resistencia y calidad.

Cabe señalar que se tomó la resistencia a una edad de 14 días, debido a que todo prefabricado debe ser usado a su menor edad de su desarrollo.

Por consiguiente para esta investigación para alcanzar a la resistencia a compresión según la norma E-070 son :

- Resistencia 50 kg/cm² : relación a/c 0.75
- Resistencia 65 kg/cm² : relación a/c 0.70
- Resistencia 85 kg/cm² : relación a/c 0.65

Se presenta un resumen de los diseños, las combinaciones, para cada resistencia, al ser un concreto a pie de obra también se presentan las dosificaciones por pie cúbico.

DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD CON RELACIÓN A/C 0.75 PARA UNA RESISTENCIA f'c=50kg/cm2

| Diseño Corregido por Humedad - Relacion a/c 0.75 | | | | | | | | |
|---|---|----------------|---------|--------|--------|--------------|--------|-----------|
| Combinaciones | Combinacion Canteras | | Cemento | Agua | Piedra | Piedra Pomez | Arena | Diatomita |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | Humedad | | | 0.22% | | 0.17% | 6.23% |
| | | Peso Corregido | 240 | 239.17 | 822.24 | - | 652.15 | 184.45 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.22% | | 0.15% | 6.23% |
| | | Peso Corregido | 240 | 247.34 | 840.72 | - | 652.02 | 184.45 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.20% | | 0.15% | 6.23% |
| | | Peso Corregido | 240 | 229.95 | 934.09 | - | 653.86 | 184.45 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | Humedad | | | 0.18% | 4.18% | 0.14% | 5.40% |
| | | Peso Corregido | 240 | 241.69 | 575.33 | 120.82 | 661.19 | 182.65 |
| | Piedra Chiguata- Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.18% | 4.18% | 0.10% | 5.40% |
| | | Peso Corregido | 240 | 250.26 | 588.26 | 120.82 | 671.07 | 182.65 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.18% | 4.18% | 0.10% | 5.40% |
| | | Peso Corregido | 240 | 237.88 | 653.73 | 120.82 | 662.79 | 182.65 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | Humedad | | | 0.18% | 3.50% | | 5.00% |
| | | Peso Corregido | 240 | 287.76 | 821.90 | 164.60 | - | 363.57 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | Humedad | | | 0.18% | 3.50% | | 5.00% |
| | | Peso Corregido | 240 | 290.60 | 933.91 | 164.60 | - | 363.57 |

Cuadros 8 DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD CON RELACION A/C 0.75 PARA UNA RESISTENCIA f'c=50kg/cm2

DISEÑO DOSIFICADO POR PIE CÚBICO RELACIÓN A/C 0.75 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=50\text{kg/cm}^2$

| Dosificacion por Pie Cubico - Relacion a/c 0.75 | | | | | | | |
|---|---|---------------|----------|--------------|--------------------|-------------|-----------------|
| Combinaciones | Combinacion Canteras | Cemento pie 3 | Agua lts | Piedra pie 3 | Piedra Pomez pie 3 | Arena pie 3 | Diatomita pie 3 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 1 | 31.88 | 4.11 | - | 2.54 | 1.51 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 31.88 | 4.11 | - | 2.48 | 1.51 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 31.88 | 4.28 | - | 2.52 | 1.51 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 1 | 31.88 | 2.88 | 1.06 | 2.57 | 1.51 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 31.88 | 2.88 | 1.06 | 2.56 | 1.51 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 31.88 | 3.00 | 1.06 | 2.56 | 1.51 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 1 | 31.88 | 4.11 | 1.46 | - | 3.01 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 1 | 31.88 | 4.28 | 1.46 | - | 3.01 |

Cuadros 9 DISEÑO DOSIFICADO POR PIE CÚBICO RELACIÓN A/C 0.75 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=50\text{kg/cm}^2$

RELACIÓN A/C PARA ALCANZAR RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C = 50 kg/cm2

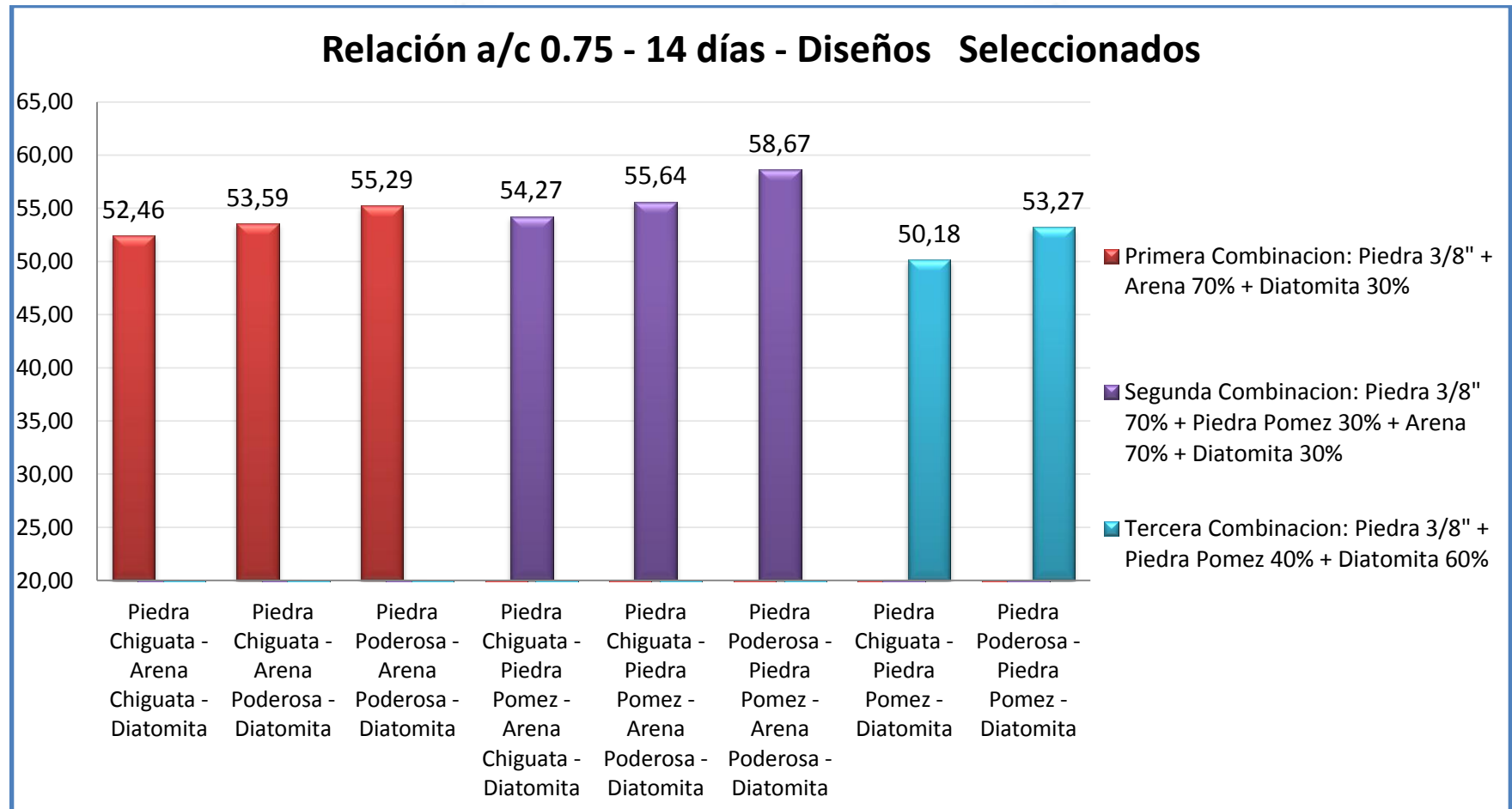


Gráfico 13 Diseño Seleccionado relación a/c 0.75 para alcanzar resistencia a la compresión f'c=50 kg/cm2 a los 14 días de edad.

DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD CON RELACIÓN A/C 0.70 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=65\text{kg/cm}^2$

| Diseño Corregido por Humedad - Relacion a/c 0.70 | | | | | | | | |
|---|---|----------------|---------|--------|--------|--------------|--------|-----------|
| Combinaciones | Combinacion Canteras | | Cemento | Agua | Piedra | Piedra Pomez | Arena | Diatomita |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | Humedad | | | 0.20% | | 0.15% | 6.15% |
| | | Peso Corregido | 257.14 | 238.95 | 834.17 | - | 631.80 | 178.57 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.20% | | 0.15% | 6.20% |
| | | Peso Corregido | 257.14 | 246.78 | 852.92 | - | 641.50 | 178.67 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.20% | | 0.15% | 6.20% |
| | | Peso Corregido | 257.14 | 228.81 | 947.84 | - | 633.59 | 178.67 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | Humedad | | | 0.15% | 4.00% | 0.12% | 5.25% |
| | | Peso Corregido | 257.14 | 241.78 | 583.62 | 122.36 | 631.61 | 176.67 |
| | Piedra Chiguata- Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.15% | 4.00% | 0.10% | 5.25% |
| | | Peso Corregido | 257.14 | 249.85 | 596.74 | 122.36 | 641.18 | 176.67 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.15% | 4.00% | 0.10% | 5.25% |
| | | Peso Corregido | 257.14 | 237.30 | 663.15 | 122.36 | 633.27 | 176.67 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | Humedad | | | 0.15% | 3.30% | | 5.00% |
| | | Peso Corregido | 257.14 | 286.18 | 833.74 | 159.15 | - | 352.30 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | Humedad | | | 0.15% | 3.30% | | 5.00% |
| | | Peso Corregido | 257.14 | 289.09 | 947.36 | 159.15 | - | 352.30 |

Cuadros 10 DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD CON RELACIÓN A/C 0.70 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=65\text{kg/cm}^2$

DISEÑO DOSIFICADO POR PIE CÚBICO RELACIÓN A/C 0.70 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=65\text{kg/cm}^2$

| Dosificacion por Pie Cubico - Relacion a/c 0.70 | | | | | | | |
|--|--|----------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|
| Combinaciones | Combinacion Canteras | Cemento pie 3 | Agua lts | Piedra pie 3 | Piedra Pomez pie 3 | Arena pie 3 | Diatomita pie 3 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 1 | 29.75 | 3.89 | - | 2.29 | 1.36 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 29.75 | 3.89 | - | 2.33 | 1.36 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 29.75 | 4.33 | - | 2.33 | 1.36 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 1 | 29.75 | 2.73 | 1.00 | 2.29 | 1.36 |
| | Piedra Chiguata- Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 29.75 | 2.73 | 1.00 | 2.33 | 1.36 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 29.75 | 3.03 | 1.00 | 2.33 | 1.36 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 1 | 29.75 | 3.89 | 1.32 | - | 2.72 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 1 | 29.75 | 4.33 | 1.32 | - | 2.72 |

Cuadros 11 DISEÑO DOSIFICADO POR PIE CUBICO RELACIÓN A/C 0.70 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=65\text{kg/cm}^2$

SELECCIÓN DE RELACIÓN A/C PARA ALCANZAR RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C = 65kg/cm2

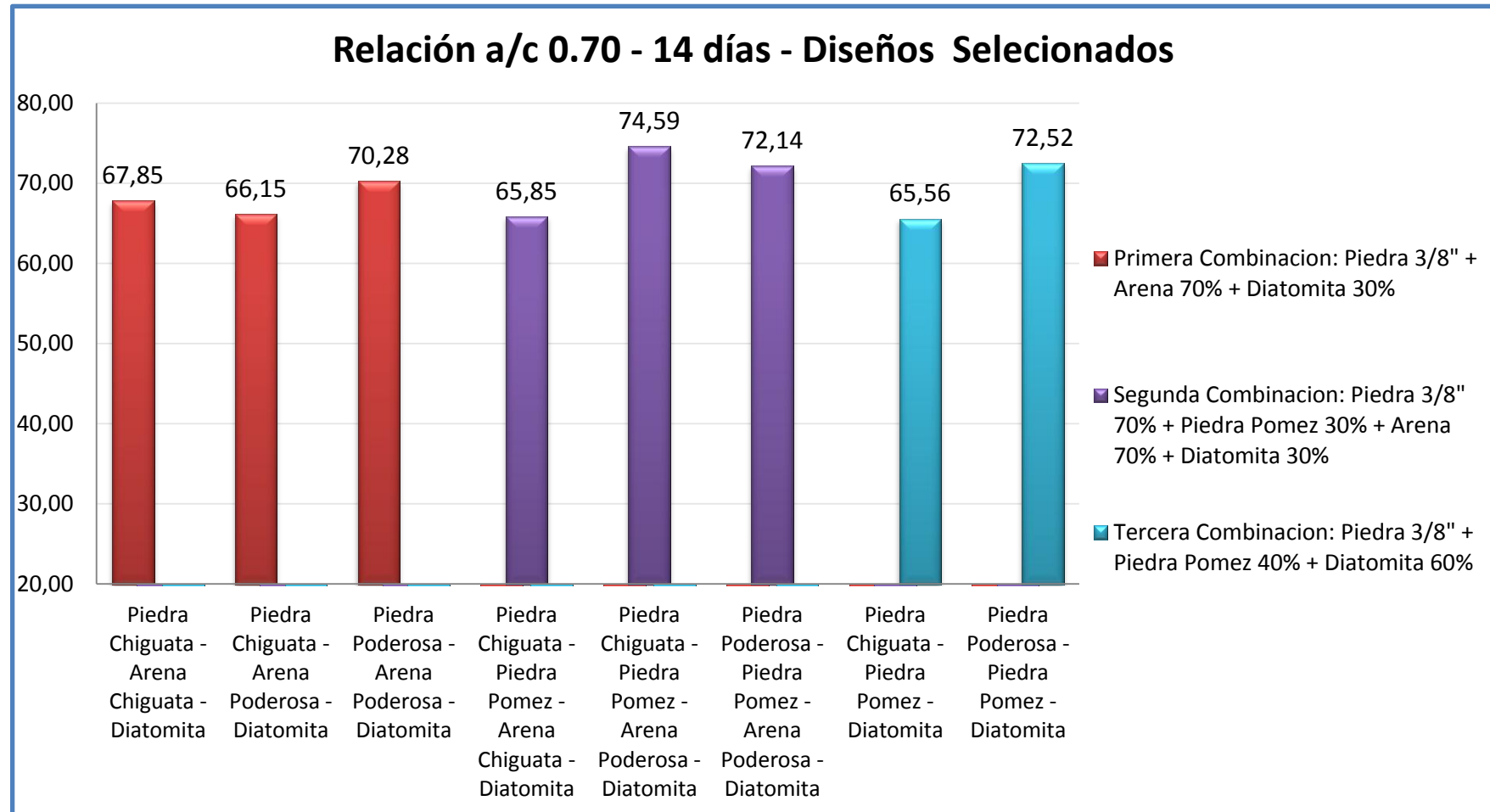


Gráfico 14 Diseño Seleccionado relación a/c 0.70 para alcanzar resistencia a la compresión f'c=65 kg/cm2 a los 14 días de edad.

DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD CON RELACIÓN A/C 0.65 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=85\text{kg/cm}^2$

| Diseño Corregido por Humedad - Relacion a/c 0.65 | | | | | | | | |
|---|---|----------------|---------|--------|--------|--------------|--------|-----------|
| Combinaciones | Combinacion Canteras | | Cemento | Agua | Piedra | Piedra Pomez | Arena | Diatomita |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | Humedad | | | 0.15% | | 0.10% | 5.80% |
| | | Peso Corregido | 280 | 241.64 | 844.39 | - | 610.72 | 171.98 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.15% | | 0.15% | 5.80% |
| | | Peso Corregido | 280 | 249.01 | 863.37 | - | 620.40 | 171.98 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.15% | | 0.10% | 5.80% |
| | | Peso Corregido | 280 | 231.17 | 959.46 | - | 612.44 | 171.98 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | Humedad | | | 0.13% | 3.50% | 0.10% | 4.80% |
| | | Peso Corregido | 280 | 244.78 | 590.95 | 123.26 | 610.72 | 169.95 |
| | Piedra Chiguata- Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.13% | 3.50% | 0.10% | 4.80% |
| | | Peso Corregido | 280 | 252.46 | 604.24 | 123.26 | 620.09 | 169.95 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | Humedad | | | 0.10% | 4.00% | 0.10% | 4.80% |
| | | Peso Corregido | 280 | 239.31 | 671.28 | 123.92 | 612.44 | 169.95 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | Humedad | | | 0.10% | 3.00% | | 4.45% |
| | | Peso Corregido | 280 | 289.05 | 843.95 | 153.42 | - | 338.47 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | Humedad | | | 0.10% | 3.00% | | 4.45% |
| | | Peso Corregido | 280 | 292.05 | 958.98 | 153.42 | - | 338.47 |

Cuadros 12 DISEÑO CORREGIDO POR HUMEDAD CON RELACION A/C 0.65 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=85\text{kg/cm}^2$

DISEÑO DOSIFICADO POR PIE CÚBICO RELACIÓN A/C 0.65 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=85\text{kg/cm}^2$

| Dosificacion por Pie Cubico - Relacion a/c 0.65 | | | | | | | |
|--|--|----------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|
| Combinaciones | Combinacion Canteras | Cemento pie 3 | Agua lts | Piedra pie 3 | Piedra Pomez pie 3 | Arena pie 3 | Diatomita pie 3 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 1 | 27.625 | 3.62 | - | 2.04 | 1.21 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 27.625 | 3.62 | - | 2.07 | 1.21 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 27.625 | 4.02 | - | 2.07 | 1.21 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 1 | 27.625 | 2.53 | 0.93 | 2.04 | 1.21 |
| | Piedra Chiguata- Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 27.625 | 2.53 | 0.93 | 2.07 | 1.21 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 1 | 27.625 | 2.82 | 0.93 | 2.07 | 1.21 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 1 | 27.625 | 3.62 | 1.17 | - | 2.42 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 1 | 27.625 | 4.02 | 1.17 | - | 2.42 |

Cuadros 13 DISEÑO DOSIFICADO POR PIE CUBICO RELACION A/C 0.65 PARA UNA RESISTENCIA $f'c=85\text{kg/cm}^2$

SELECCIÓN DE RELACIÓN A/C PARA ALCANZAR RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C = 85kg/cm2

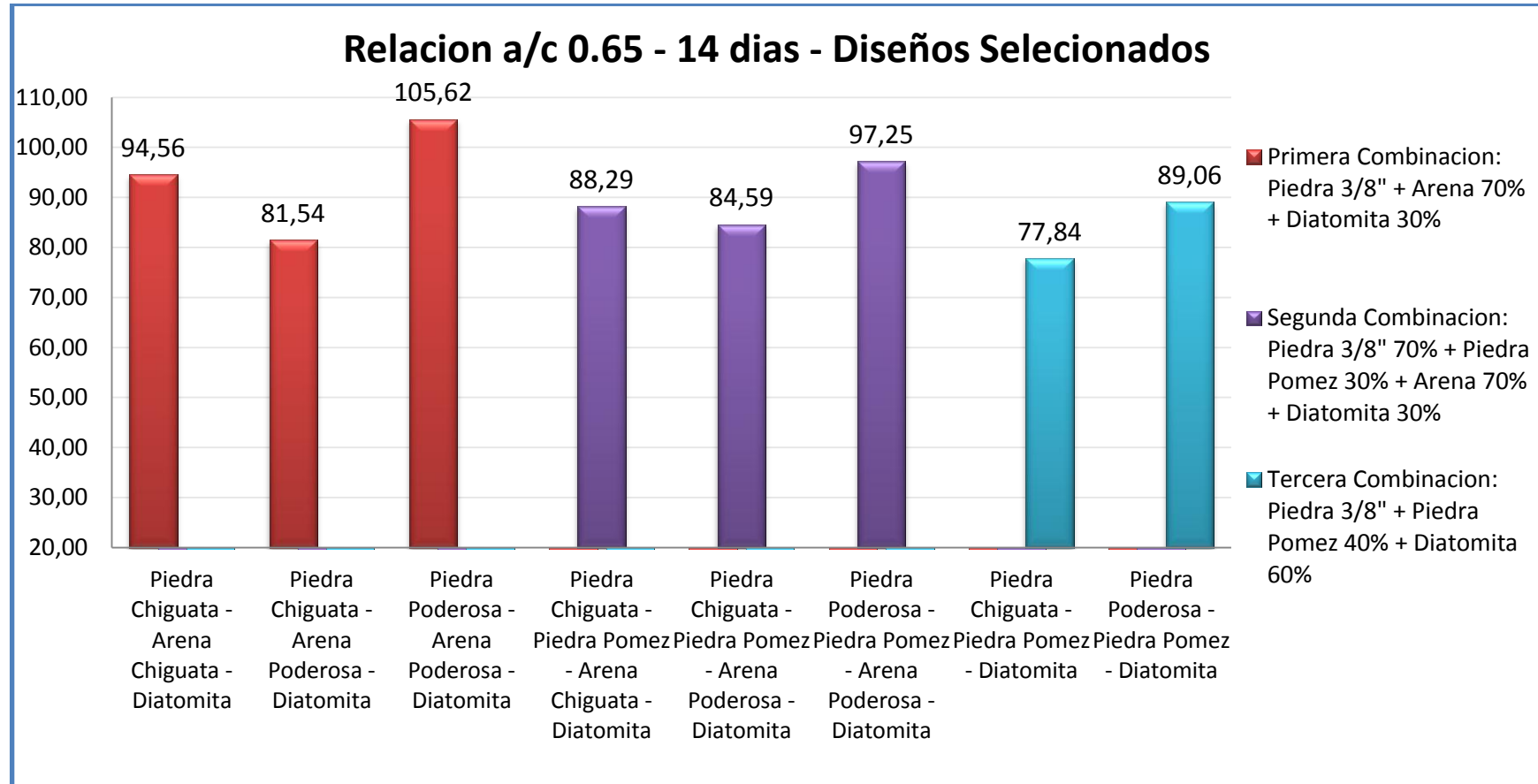


Gráfico 15 Diseño Seleccionado relación a/c 0.65 para alcanzar resistencia a la compresión f'c=85 kg/cm2 a los 14 días de edad.

4.1.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE ABSORCIÓN DE LAS PROBETAS ELABORADAS.

Después de 28 días de curado, las probetas fueron retiradas de las piscinas con la que contenían solución saturada de cal, se procedió a realizar una serie de tomas de peso para determinar el porcentaje de absorción según ASTM C 642.

La NTP 400.022 nos dice que se entiende por absorción al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la una condición saturada superficialmente seca.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra seca al horno, luego de 24 horas de puesta en la piscina con agua y secada superficialmente. Esta condición se supone que representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

- RESULTADO DE ENSAYO

La determinación del contenido de absorción es importante en la medida que permiten conocer el volumen de agua que absorberá el agregado en una mezcla de concreto.

Los resultados son el promedio de tres ensayos.

Probetas superficialmente secas después de haberlas sacado de la piscina.



Figura 33 Ensayo de absorción probetas superficialmente secas



Figura 34 Ensayo de absorción secado de probetas en horno del laboratorio para obtener su peso seco.

Probetas puestas en horno por no menos de 24 horas para obtener su peso seco.

Toma de datos de los pesos de las probetas.



De los diseños mencionados se realizaron ensayos de absorción para cada uno de ellos se presenta los siguientes resultados:

4.1.2.1 ABSORCIÓN DE PROBETAS CON LA RELACIÓN AGUA /CEMENTO 0.75

| | | Relación a/c 0.75 | | | | | | |
|---|---|-----------------------------|------|------|------------------|------|------|-------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | saturado por inmersión (gr) | | | Seca -horno (gr) | | | ABSORCIÓN % |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 3912 | 3763 | 3845 | 3609 | 3489 | 3625 | 7.25% |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 3730 | 3750 | 3692 | 3493 | 3521 | 3472 | 6.54% |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 3845 | 3843 | 3891 | 3573 | 3674 | 3610 | 6.68% |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pómez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Chiguata - Diatomita | 3714 | 3658 | 3847 | 3418 | 3414 | 3519 | 8.38% |
| | Piedra Chiguata- Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 3748 | 3612 | 3804 | 3475 | 3414 | 3529 | 7.15% |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 3548 | 3765 | 3749 | 3321 | 3574 | 3547 | 5.96% |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Diatomita | 3478 | 3478 | 3578 | 3125 | 3067 | 3264 | 11.44% |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Diatomita | 3348 | 3359 | 3248 | 3057 | 3105 | 2954 | 9.21% |

Cuadros 14 Absorción de probetas con la relación a/c 0.75.

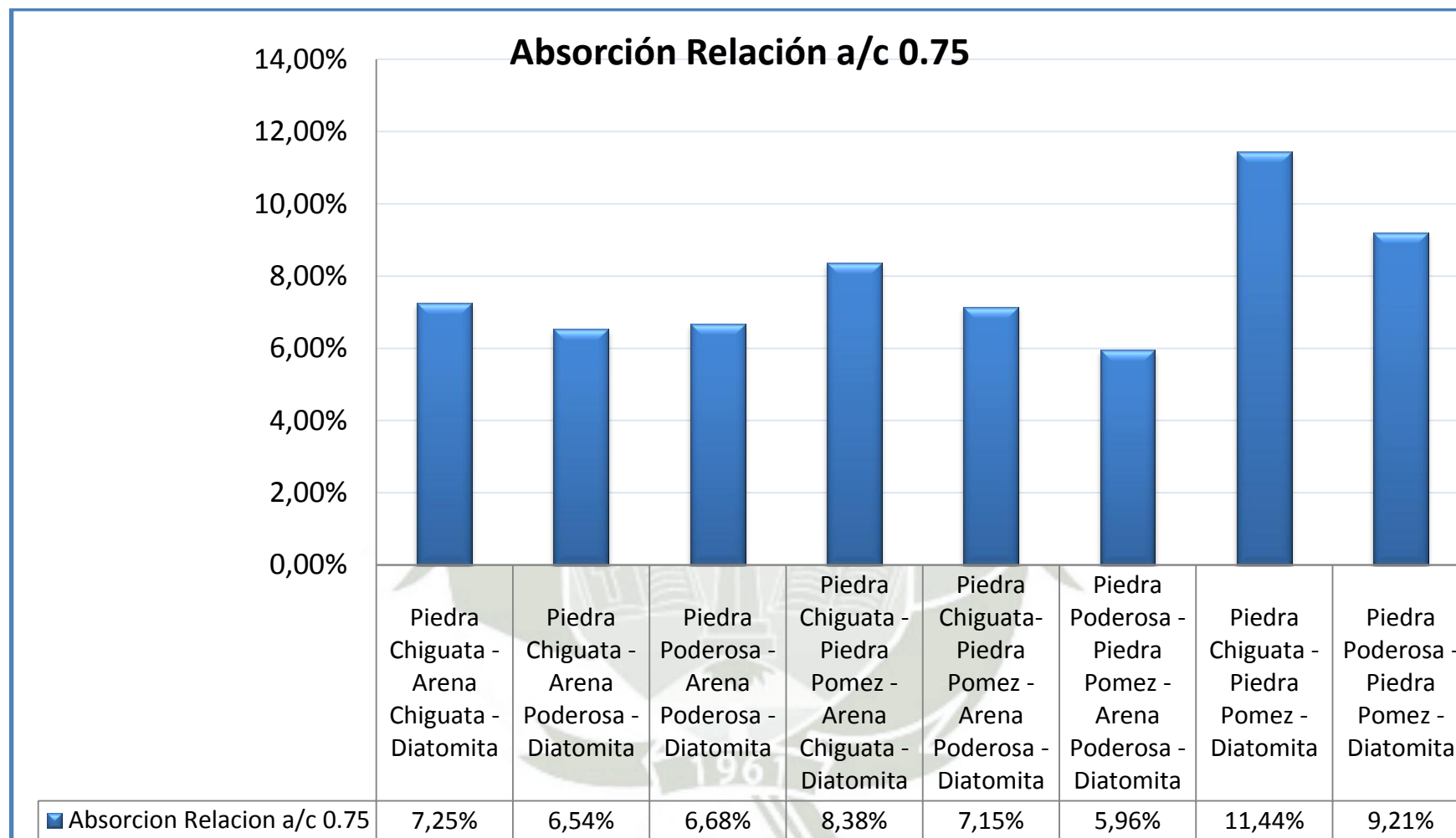


Gráfico 16 Resumen de la absorción de probetas con la relación a/c 0.75

4.1.2.2 ABSORCIÓN DE PROBETAS CON LA RELACIÓN AGUA /CEMENTO 0.70

| Relación a/c 0.70 | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------------|------|------|------------------|------|------|-------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | saturado por inmersión (gr) | | | Seca -horno (gr) | | | ABSORCIÓN % |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 3786 | 3875 | 3618 | 3596 | 3649 | 3402 | 5.94% |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 3874 | 3840 | 3784 | 3649 | 3579 | 3425 | 7.99% |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 3548 | 3673 | 3842 | 3405 | 3521 | 3648 | 4.60% |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pómez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Chiguata - Diatomita | 3704 | 3795 | 3841 | 3507 | 3487 | 3559 | 7.46% |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 3715 | 3815 | 3756 | 3505 | 3531 | 3528 | 6.83% |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 3748 | 3805 | 3825 | 3585 | 3576 | 3687 | 4.90% |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Diatomita | 3287 | 3354 | 3314 | 2959 | 2948 | 3054 | 11.13% |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Diatomita | 3258 | 3312 | 3315 | 2989 | 3050 | 3084 | 8.35% |

Cuadros 15 Absorción de probetas con la relación a/c 0.70

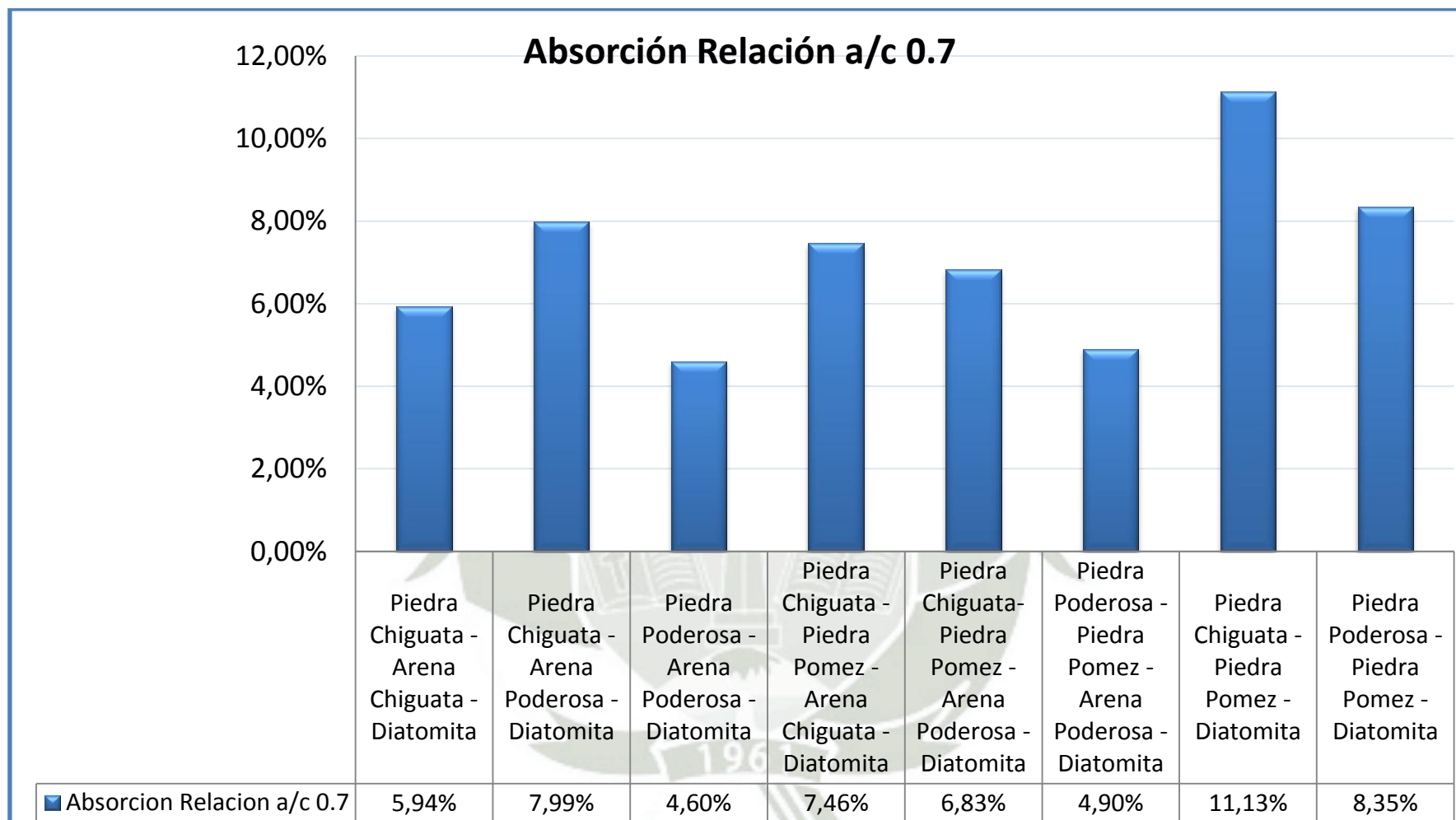


Gráfico 17 Resumen de la absorción de probetas con la relación a/c 0.70

4.1.2.3 ABSORCIÓN DE PROBETAS CON LA RELACIÓN AGUA /CEMENTO 0.65

| Combinaciones | Combinación Canteras | Relación a/c 0.65 | | | | | | ABSORCIÓN % |
|---|---|-----------------------------|------|------|------------------|------|------|-------------|
| | | saturado por inmersión (gr) | | | Seca -horno (gr) | | | |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 3897 | 3774 | 3954 | 3646 | 3512 | 3711 | 6.97% |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 3746 | 3720 | 3841 | 3541 | 3508 | 3607 | 6.10% |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 3614 | 3694 | 3726 | 3350 | 3455 | 3482 | 7.27% |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pómez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Chiguata - Diatomita | 3847 | 3698 | 3715 | 3648 | 3458 | 3514 | 6.04% |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 3714 | 3658 | 3765 | 3514 | 3487 | 3515 | 5.90% |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 3795 | 3805 | 3762 | 3647 | 3684 | 3541 | 4.53% |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Diatomita | 3325 | 3287 | 3348 | 3047 | 3024 | 3057 | 9.10% |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Diatomita | 3415 | 3314 | 3326 | 3140 | 3043 | 3074 | 8.63% |

Cuadros 16 Absorción de probetas con la relación a/c 0.65

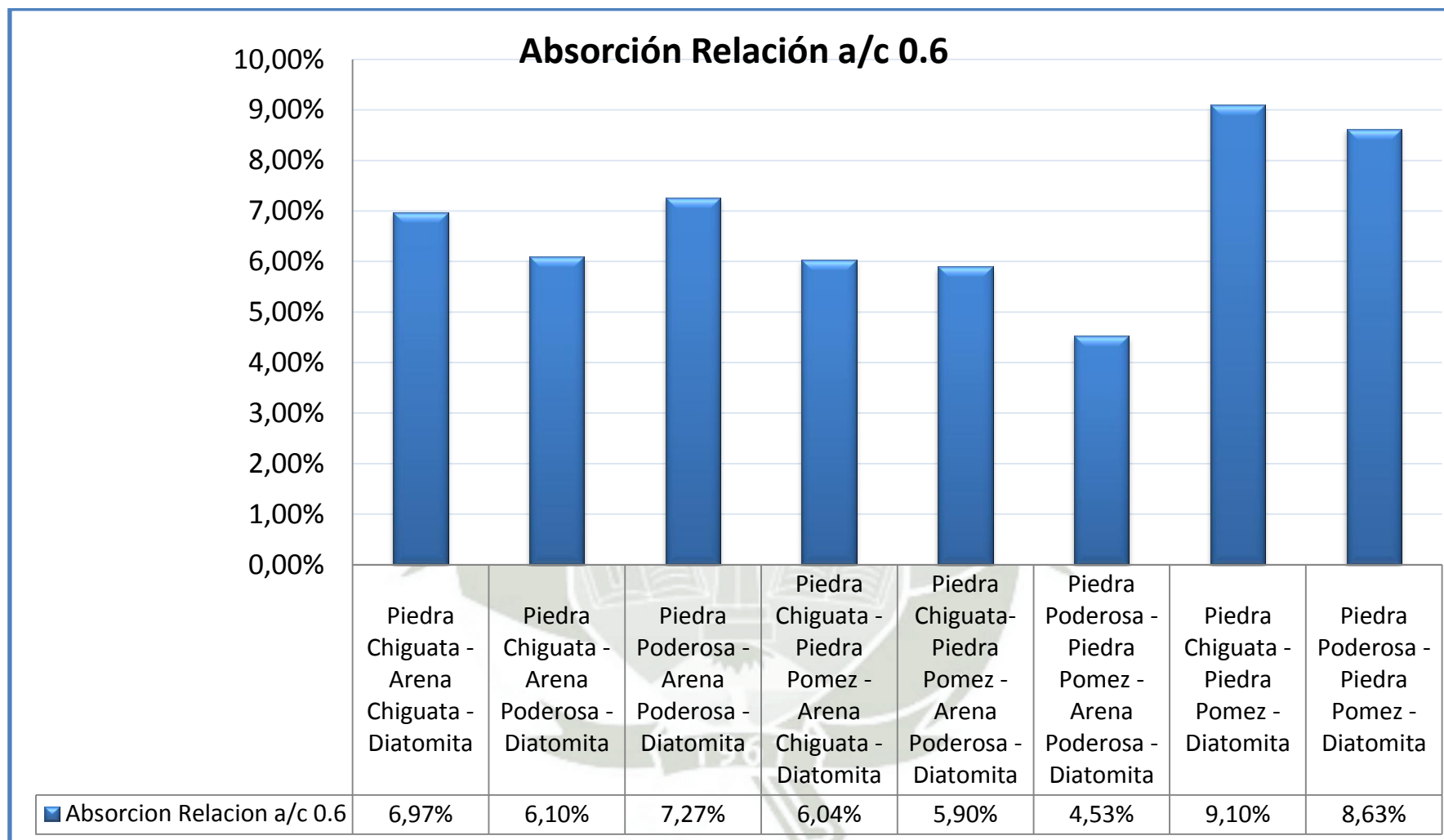


Gráfico 18 Resumen de la absorción de probetas con la relación a/c 0.65

**4.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LAS
BLOQUETAS DE CONCRETO EMPLEANDO LA NORMA DE
ALBAÑILERÍA E.070.**

**4.2.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS A COMPRESIÓN POR
UNIDAD DE BLOQUETA PARA MURO PORTANTE.**

Para la elaboración de las bloquetas de concreto se utilizó la norma E-070 donde nos dan los parámetros que debe tener una bloqueta; en la cual se consideró en trabajar en esta investigación con 3 resistencias diferentes por unidad de albañilería y 3 resistencias por pilas. Tomamos para resistencia de bloquetas 50, 65 y 85 kg/cm² y para la elaboración de las pilas 74, 85 y 120 kg/cm².

| TABLA 9 (**) | | | | |
|--|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²) | | | | |
| Materia Prima | Denominación | UNIDAD f_b | PILAS f_m | MURETES v_m |
| Arcilla | King Kong Artesanal | 5,4 (55) | 3,4 (35) | 0,5 (5,1) |
| | King Kong Industrial | 14,2 (145) | 6,4 (65) | 0,8 (8,1) |
| | Rejilla Industrial | 21,1 (215) | 8,3 (85) | 0,9 (9,2) |
| Sílice-cal | King Kong Normal | 15,7 (160) | 10,8 (110) | 1,0 (9,7) |
| | Dédalo | 14,2 (145) | 9,3 (95) | 1,0 (9,7) |
| | Estándar y mecano (*) | 14,2 (145) | 10,8 (110) | 0,9 (9,2) |
| Concreto | Bloque Tipo P (*) | 4,9 (50) | 7,3 (74) | 0,8 (8,6) |
| | | 6,4 (65) | 8,3 (85) | 0,9 (9,2) |
| | | 7,4 (75) | 9,3 (95) | 1,0 (9,7) |
| | | 8,3 (85) | 11,8 (120) | 1,1 (10,9) |

Tabla 5 Características de resistencia de la albañilería según la norma E-070.

4.2.1.1. RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DE $F'_{C} = 50$ KG/CM².

Para alcanzar esta resistencia se optó por utilizar la relación a/c 0.75.

Se realizaron las mezclas de las ocho diferentes combinaciones (variedad de canteras) de diseño.

Para cada diseño de mezcla se elaboraron 14 bloquetas, resultando 96 ensayos de ruptura de bloquetas de concreto para esta resistencia establecida.

Como se muestra en los siguientes gráficos, en todos los diseños se sobrepasó la resistencia Especificada, esto con el fin de dar un margen de tolerancia cuando se den situaciones menos favorables.



Figura 35 Ensayo a la compresión de la bloqueta de concreto artesanal.

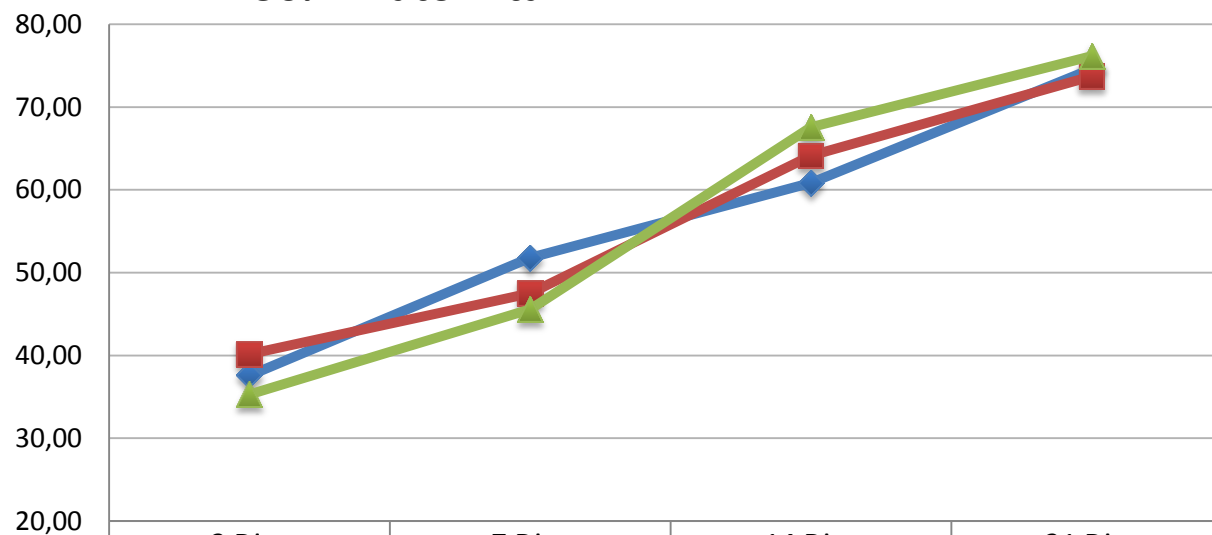
ROTURAS DE BLOQUETAS PARA UNA COMPRESIÓN F'C = 50 kg/cm²

| | | Relacion a/c 0.75 | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Combinaciones | Combinacion Canteras | 3 Dias | | 7 Dias | | 14 Dias | | 21 Dias | |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 38.14 | 37.58 | 60.27 | 51.80 | 60.14 | 60.85 | 75.47 | 74.62 |
| | | 30.36 | | 44.27 | | 68.14 | | 80.14 | |
| | | 44.25 | | 50.85 | | 54.27 | | 68.25 | |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 36.25 | 40.17 | 46.25 | 47.52 | 66.24 | 64.13 | 69.45 | 73.73 |
| | | 45.12 | | 52.13 | | 58.3 | | 74.12 | |
| | | 39.14 | | 44.17 | | 67.84 | | 77.62 | |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 37.44 | 35.28 | 38.24 | 45.56 | 72.41 | 67.59 | 87.14 | 76.18 |
| | | 28.25 | | 57.24 | | 64.21 | | 64.25 | |
| | | 40.15 | | 41.2 | | 66.14 | | 77.14 | |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez Arena Chiguata - Diatomita | 31.15 | 32.88 | 50.16 | 52.19 | 66.23 | 59.74 | 72.16 | 69.49 |
| | | 28.45 | | 59.14 | | 55.14 | | 66.15 | |
| | | 39.05 | | 47.28 | | 57.84 | | 70.16 | |
| | Piedra Chiguata- Piedra Pomez Arena Poderosa - Diatomita | 36.19 | 31.48 | 55.16 | 56.56 | 49.56 | 60.02 | 67.14 | 74.36 |
| | | 27.56 | | 48.29 | | 64.35 | | 76.52 | |
| | | 30.69 | | 66.24 | | 66.14 | | 79.42 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 37.89 | 36.81 | 67.42 | 57.60 | 70.14 | 64.19 | 79.48 | 70.26 |
| | | 41.27 | | 55.24 | | 56.28 | | 60.15 | |
| | | 31.26 | | 50.14 | | 66.14 | | 71.15 | |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez Diatomita | 30.19 | 26.95 | 51.87 | 49.20 | 60.34 | 66.37 | 82.45 | 76.95 |
| | | 24.16 | | 40.56 | | 70.41 | | 71.25 | |
| | | 26.49 | | 55.18 | | 68.35 | | 77.16 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 36.48 | 31.93 | 48.15 | 48.90 | 65.24 | 64.85 | 77.46 | 72.93 |
| | | 27.16 | | 58.24 | | 69.14 | | 70.15 | |
| | | 32.15 | | 40.32 | | 60.17 | | 71.19 | |

Cuadros 17 Roturas de las bloquetas para una compresión f'c=50kg/cm², para los 3, 7, 14 y 21 día de edad de las bloquetas.

PRIMER TIPO DE COMBINACIÓN

Resistencia 50 Kg/cm² - 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita



| | 3 Dias | 7 Dias | 14 Dias | 21 Dias |
|--|--------|--------|---------|---------|
| —◆— Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 37,58 | 51,80 | 60,85 | 74,62 |
| —■— Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 40,17 | 47,52 | 64,13 | 73,73 |
| —▲— Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 35,28 | 45,56 | 67,59 | 76,18 |

Gráfico 19 Resumen de resistencias con la primera combinación para una compresión $f'c=50\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

SEGUNDO TIPO DE COMBINACIÓN

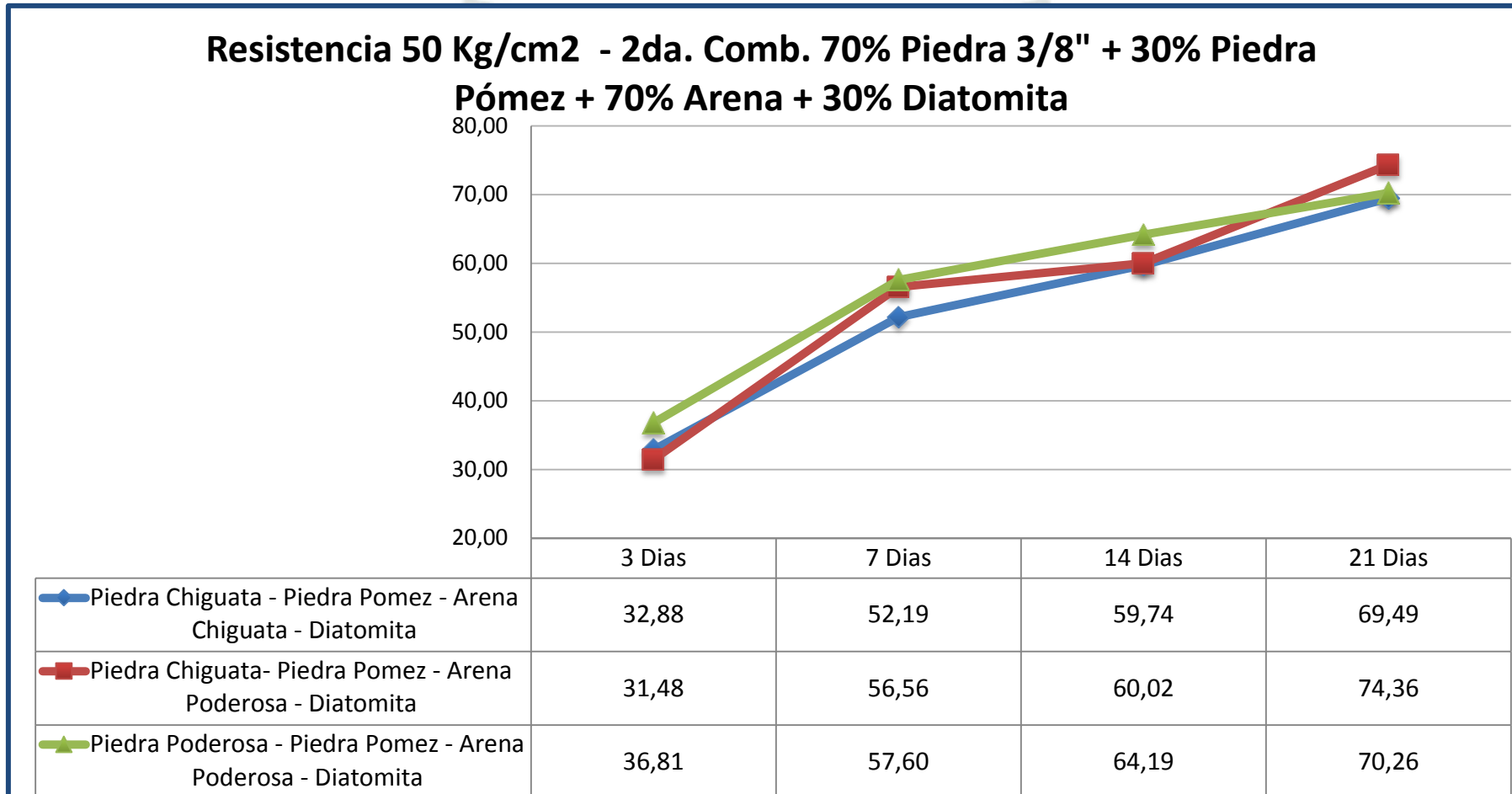
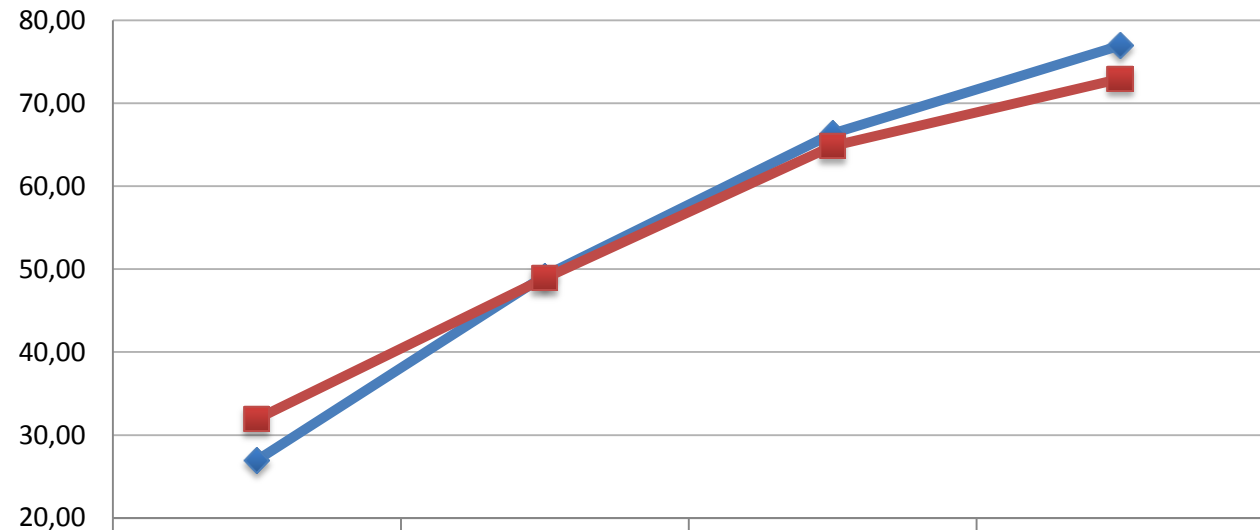


Gráfico 20 Resumen de resistencias con la Segunda combinación para una compresión $f'_c=50\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

TERCER TIPO DE COMBINACIÓN

Resistencia 50 Kg/cm² - 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita



| | 3 Dias | 7 Dias | 14 Dias | 21 Dias |
|--|--------|--------|---------|---------|
| —◆— Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 26,95 | 49,20 | 66,37 | 76,95 |
| —■— Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 31,93 | 48,90 | 64,85 | 72,93 |

Gráfico 21 Resumen de resistencias con la Tercera combinación para una compresión $f'c=50\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

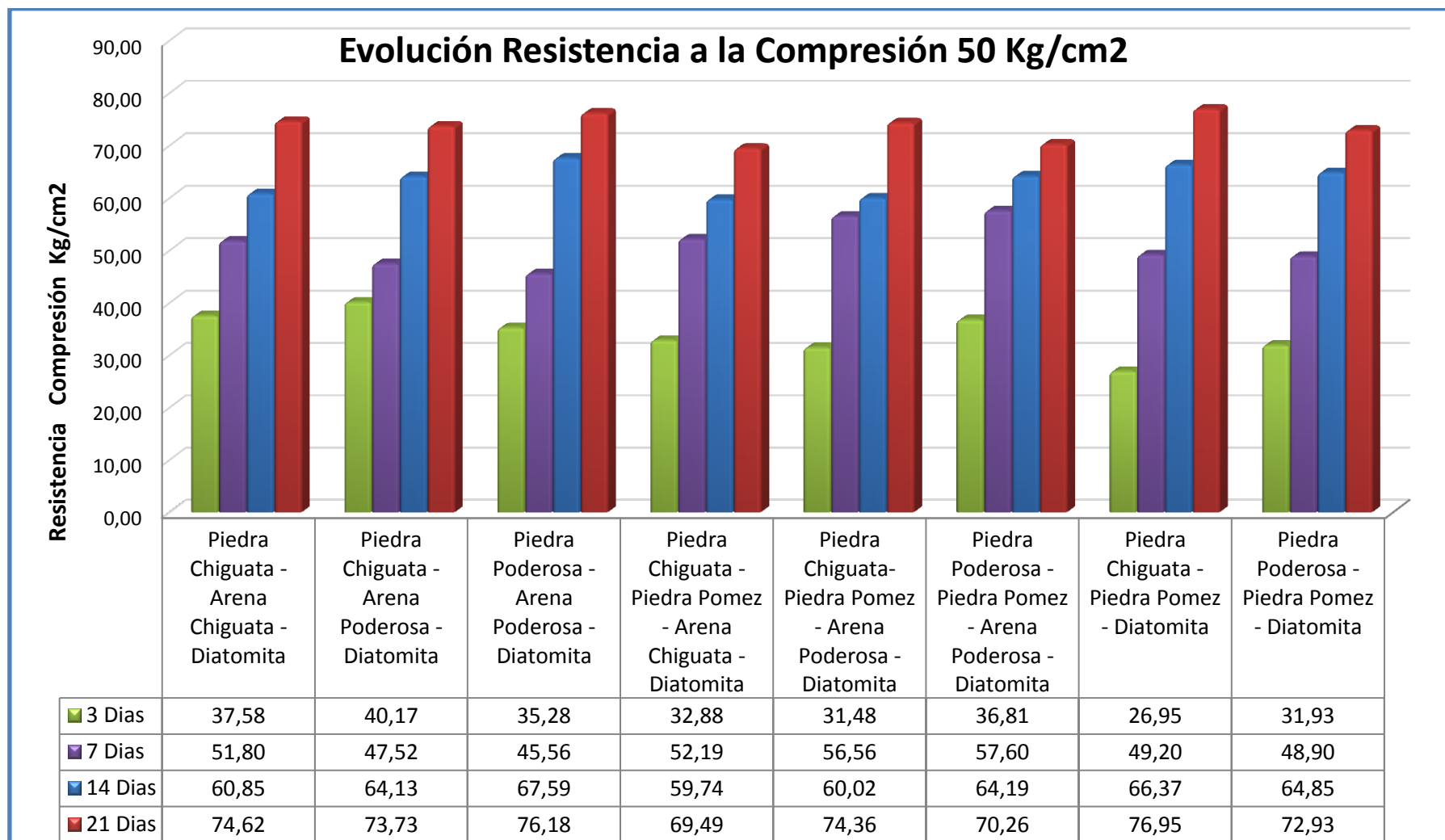


Gráfico 22 Resumen de los diferentes combinaciones de la evolución de la compresión $f'c=50\text{kg/cm}^2$, de las bloquetas a los 3, 7, 14 y 21 días de edad.

4.2.1.2. RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DE $f'c = 65$ KG/CM².

Para alcanzar esta resistencia se optó por utilizar la relación a/c 0.75. Se realizaron las mezclas de las ocho diferentes combinaciones (variedad de canteras) de diseño.

Para cada diseño de mezcla se elaboraron 14 bloquetas, resultando 96 ensayos de ruptura de bloquetas de concreto para esta resistencia establecida.

Como se muestra en los siguientes gráficos y cuadros los resultados de los ensayos a compresión, en toda su evolución a partir de los 3 días hasta los 21 días de edad que consideramos.



Figura 36 Ensayo a la compresión realizado en laboratorio de UCSM.

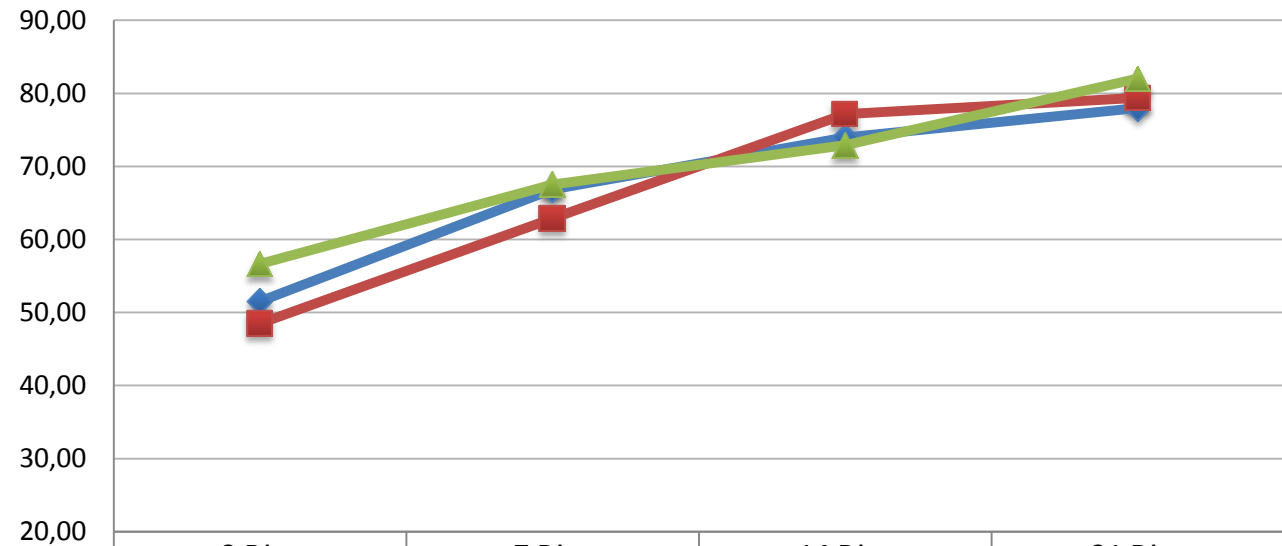
ROTURAS DE BLOQUETAS PARA UNA COMPRESIÓN F'C = 65 kg/cm²

| | | Relacion a/c 0.70 | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Combinaciones | Combinacion Canteras | 3 Dias | | 7 Dias | | 14 Dias | | 21 Dias | |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 55.68 | 51.51 | 77.25 | 66.87 | 80.28 | 73.96 | 79.26 | 77.98 |
| | | 48.74 | | 60.14 | | 71.25 | | 72.35 | |
| | | 50.12 | | 63.21 | | 70.35 | | 82.32 | |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 55.18 | 48.52 | 67.24 | 62.86 | 74.16 | 77.16 | 84.26 | 79.38 |
| | | 46.23 | | 55.23 | | 80.16 | | 70.63 | |
| | | 44.15 | | 66.12 | | 77.16 | | 83.24 | |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 50.23 | 56.66 | 65.24 | 67.53 | 74.21 | 72.89 | 79.62 | 82.03 |
| | | 55.47 | | 58.12 | | 66.32 | | 89.21 | |
| | | 64.27 | | 79.24 | | 78.15 | | 77.26 | |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 55.32 | 56.72 | 64.24 | 63.53 | 70.23 | 67.91 | 78.26 | 73.57 |
| | | 64.71 | | 56.24 | | 58.26 | | 72.32 | |
| | | 50.14 | | 70.12 | | 75.23 | | 70.12 | |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 52.63 | 51.57 | 59.68 | 58.03 | 62.32 | 69.30 | 82.26 | 76.91 |
| | | 44.87 | | 64.26 | | 68.47 | | 67.23 | |
| | | 57.21 | | 50.14 | | 77.12 | | 81.23 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 57.14 | 58.51 | 68.49 | 62.29 | 75.26 | 72.22 | 84.16 | 79.79 |
| | | 52.24 | | 56.24 | | 62.15 | | 72.56 | |
| | | 66.14 | | 62.15 | | 79.26 | | 82.65 | |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 55.48 | 48.58 | 69.24 | 60.00 | 74.26 | 64.95 | 75.26 | 79.60 |
| | | 44.14 | | 50.64 | | 52.32 | | 89.32 | |
| | | 46.12 | | 60.13 | | 68.26 | | 74.21 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 47.52 | 53.59 | 55.48 | 59.25 | 62.35 | 70.24 | 87.25 | 82.07 |
| | | 62.14 | | 60.15 | | 72.15 | | 72.65 | |
| | | 51.12 | | 62.13 | | 76.23 | | 86.31 | |

Cuadros 18 Roturas de las bloquetas para una compresión f'c=65kg/cm², para los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

PRIMER TIPO DE COMBINACIÓN

Resistencia 65 Kg/cm² - 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita

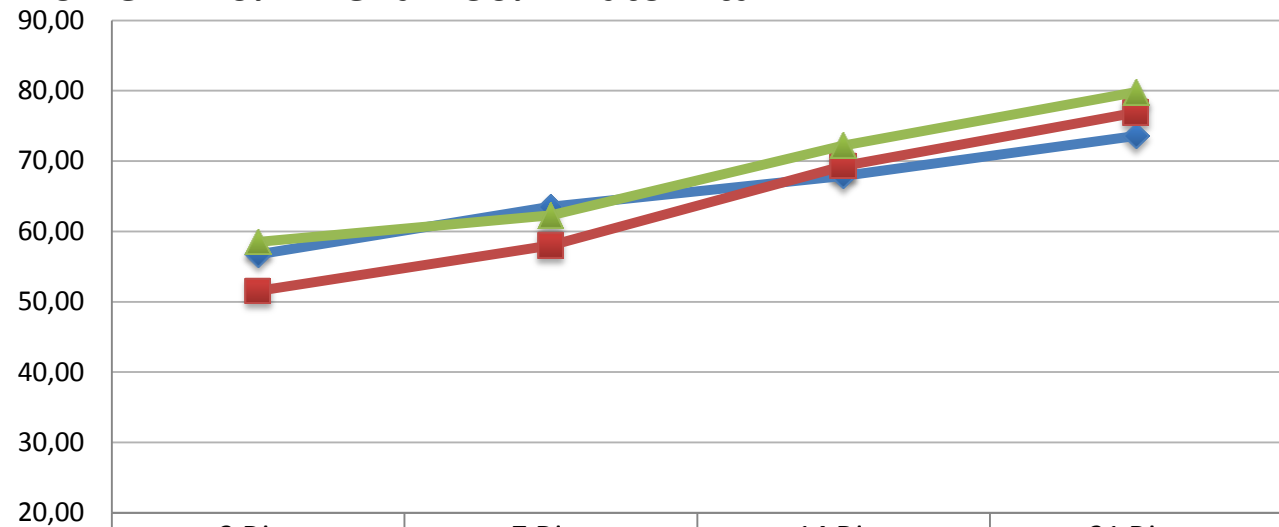


| | 3 Dias | 7 Dias | 14 Dias | 21 Dias |
|--|--------|--------|---------|---------|
| —◆— Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 51,51 | 66,87 | 73,96 | 77,98 |
| —■— Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 48,52 | 62,86 | 77,16 | 79,38 |
| —▲— Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 56,66 | 67,53 | 72,89 | 82,03 |

Gráfico 23 Resumen de resistencias con la Primera combinación para una compresión $f'c=65\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

SEGUNDO TIPO DE COMBINACIÓN

Resistencia 65 Kg/cm² - 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pómez + 70% Arena + 30% Diatomita



| | 3 Dias | 7 Dias | 14 Dias | 21 Dias |
|---|--------|--------|---------|---------|
| ◆ Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 56,72 | 63,53 | 67,91 | 73,57 |
| ■ Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 51,57 | 58,03 | 69,30 | 76,91 |
| ▲ Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 58,51 | 62,29 | 72,22 | 79,79 |

Gráfico 24 Resumen de resistencias con la Segunda combinación para una compresión $f'c=65\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

TERCER TIPO DE COMBINACIÓN

Resistencia 65 Kg/cm² - 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita

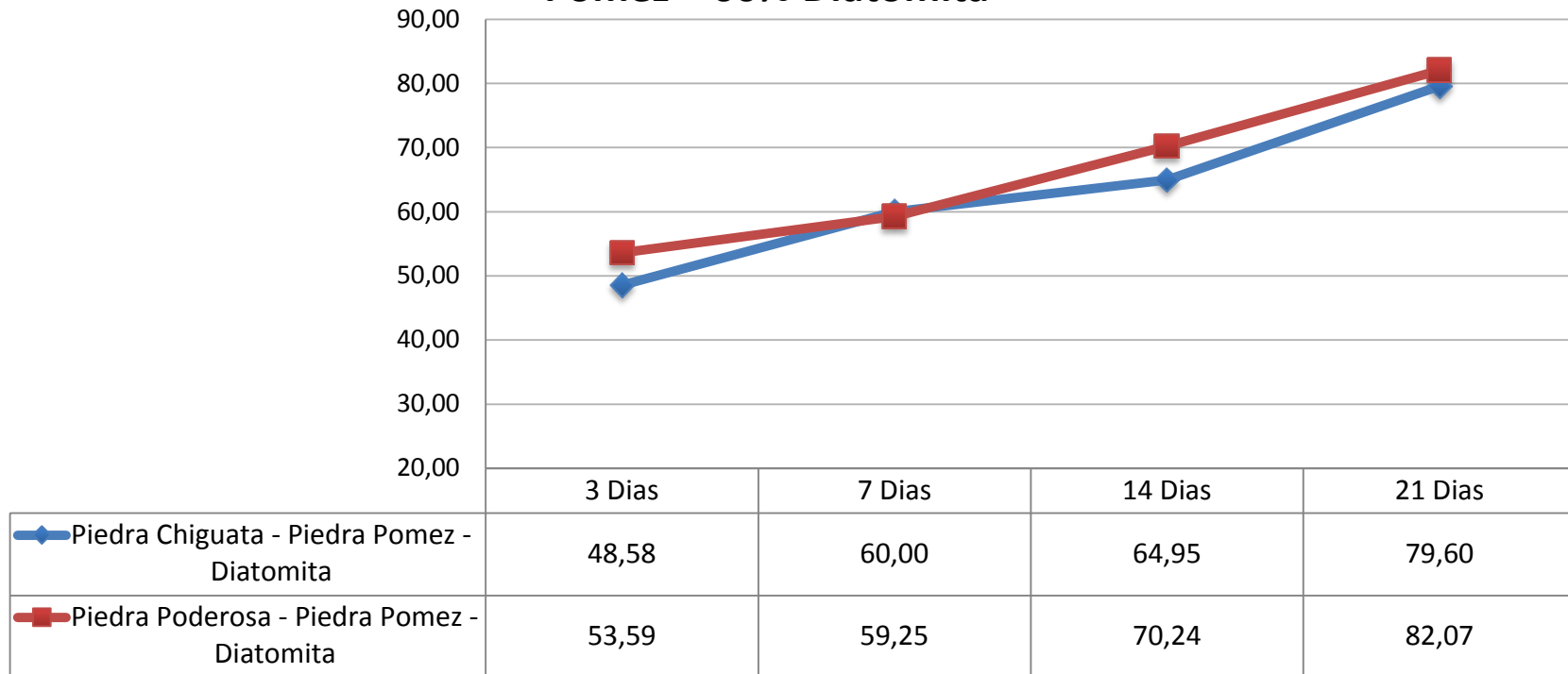


Gráfico 25 Resumen de resistencias con la Tercera combinación para una compresión $f'c=65\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

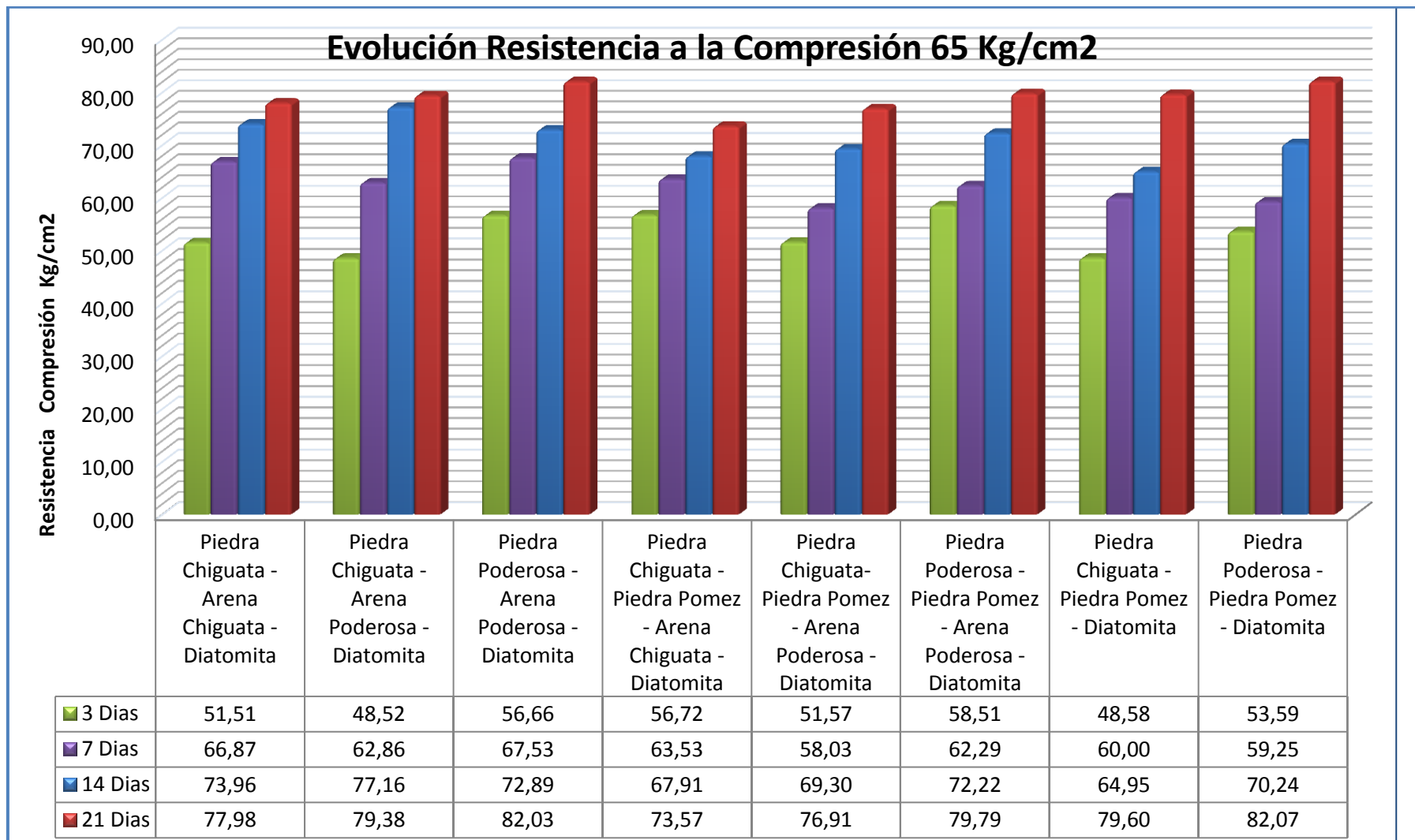


Gráfico 26 Resumen de los diferentes combinaciones de la evolución de la compresión $f'c=65\text{kg/cm}^2$, de las bloquetas a los 3, 7, 14 y 21 días de edad.

4.2.1.3. RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DE $f'c = 85$ KG/CM².

Para alcanzar esta resistencia se optó por utilizar la relación a/c 0.65. Se realizaron las mezclas de las ocho diferentes combinaciones (variedad de canteras) de diseño.

Para cada diseño de mezcla se elaboraron 14 bloquetas, resultando 96 ensayos de ruptura de bloquetas de concreto para esta resistencia establecida.

Como se mostrará en los siguientes gráficos y cuadros los resultados de los ensayos a compresión, en toda su evolución a partir de los 3 días hasta los 21 días de edad que consideramos.



Figura 37 Toma de dato de la presión que logra resistir cada unidad de bloqueta

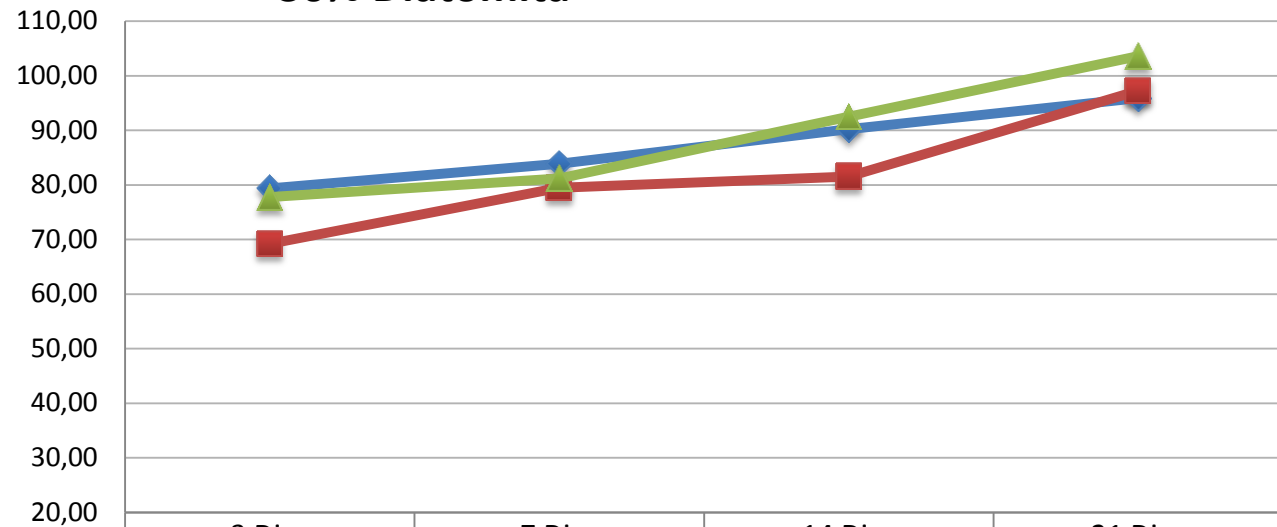
ROTURAS DE BLOQUETAS PARA UNA COMPRESIÓN F'C = 85 kg/cm²

| | | Relacion a/c 0.65 | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|-------|---------|-------|---------|--------|
| Combinaciones | Combinacion Canteras | 3 Dias | | 7 Dias | | 14 Dias | | 21 Dias | |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 77.59 | 79.39 | 85.26 | 83.91 | 91.26 | 90.24 | 98.26 | 95.91 |
| | | 88.23 | | 95.21 | | 98.21 | | 103.24 | |
| | | 72.35 | | 71.26 | | 81.26 | | 86.23 | |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 76.23 | 69.24 | 80.27 | 79.51 | 84.12 | 81.56 | 101.23 | 97.24 |
| | | 60.35 | | 70.06 | | 86.34 | | 94.26 | |
| | | 71.15 | | 88.19 | | 74.23 | | 96.23 | |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 70.26 | 77.76 | 85.16 | 81.19 | 84.26 | 92.48 | 110.23 | 103.59 |
| | | 86.83 | | 82.13 | | 98.16 | | 95.21 | |
| | | 76.18 | | 76.27 | | 95.02 | | 105.34 | |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 63.25 | 67.39 | 63.05 | 73.08 | 89.24 | 83.23 | 98.56 | 97.29 |
| | | 73.89 | | 84.02 | | 78.12 | | 105.18 | |
| | | 65.02 | | 72.16 | | 82.34 | | 88.14 | |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 72.31 | 73.09 | 89.24 | 83.53 | 84.95 | 90.23 | 110.24 | 103.27 |
| | | 78.46 | | 83.01 | | 97.15 | | 109.32 | |
| | | 68.51 | | 78.34 | | 88.6 | | 90.25 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 60.14 | 69.21 | 62.34 | 70.57 | 89.26 | 85.24 | 108.26 | 98.18 |
| | | 75.24 | | 79.21 | | 94.12 | | 91.05 | |
| | | 72.25 | | 70.15 | | 72.34 | | 95.23 | |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 62.15 | 56.56 | 65.27 | 63.54 | 86.47 | 80.99 | 109.65 | 100.71 |
| | | 57.26 | | 70.23 | | 74.26 | | 101.24 | |
| | | 50.28 | | 55.12 | | 82.24 | | 91.24 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 54.23 | 60.90 | 63.24 | 73.87 | 94.12 | 90.15 | 115.23 | 108.23 |
| | | 68.24 | | 82.15 | | 86.30 | | 102.24 | |
| | | 60.24 | | 76.23 | | 90.04 | | 107.23 | |

Cuadros 19 Roturas de las bloquetas para una compresión f'c=85kg/cm², para los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

PRIMER TIPO DE COMBINACIÓN

Resistencia 85 Kg/cm² - 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita



| | 3 Dias | 7 Dias | 14 Dias | 21 Dias |
|--|--------|--------|---------|---------|
| —◆— Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 79,39 | 83,91 | 90,24 | 95,91 |
| —■— Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 69,24 | 79,51 | 81,56 | 97,24 |
| —▲— Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 77,76 | 81,19 | 92,48 | 103,59 |

Gráfico 27 Resumen de resistencias con la Primera combinación para una compresión $f'c=85\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

SEGUNDA TIPO DE COMBINACIÓN

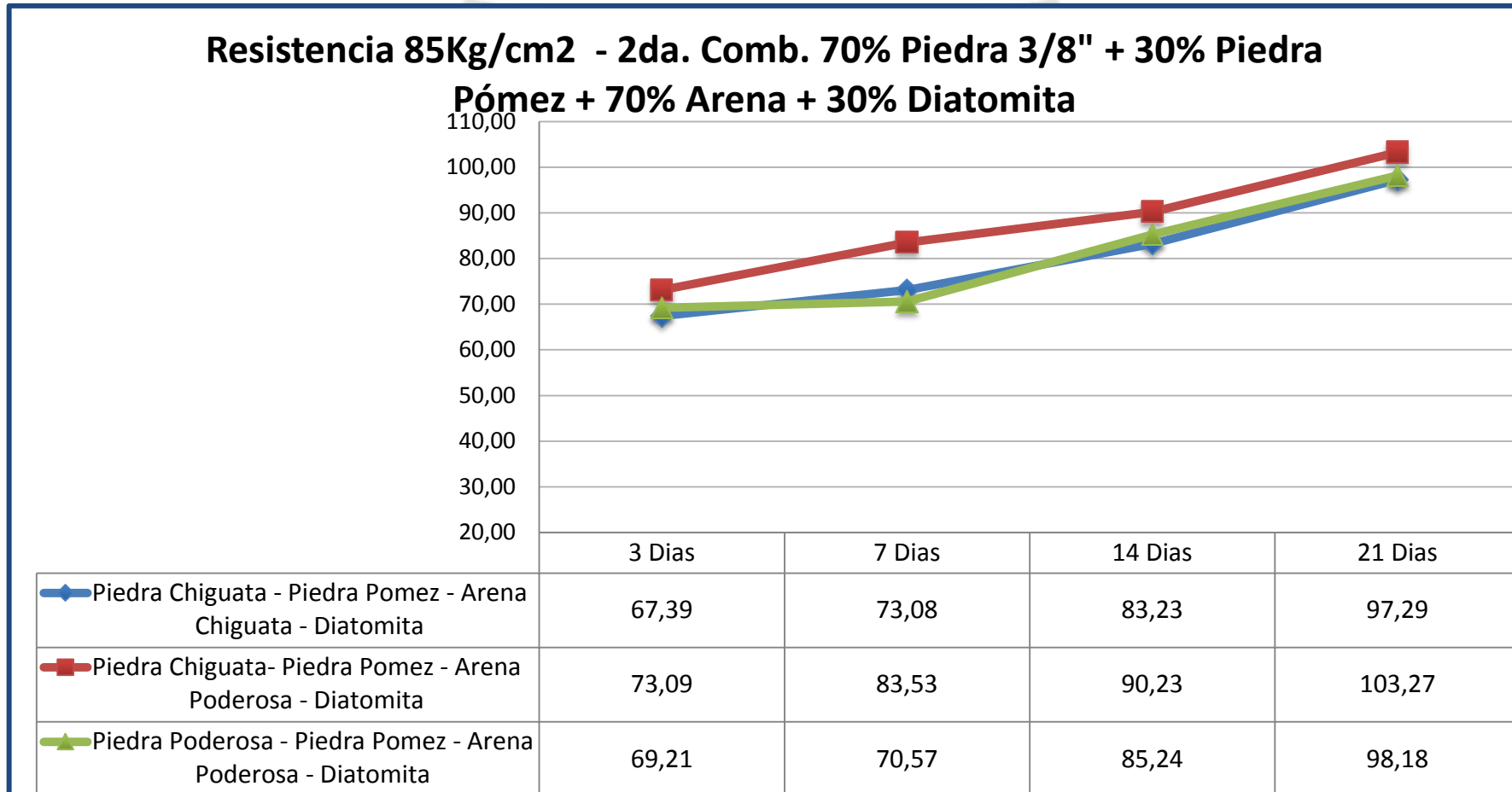


Gráfico 28 Resumen de resistencias con la Segunda combinación para una compresión $f'c=85\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

TERCERA TIPO DE COMBINACIÓN

Resistencia 85 Kg/cm² - 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita

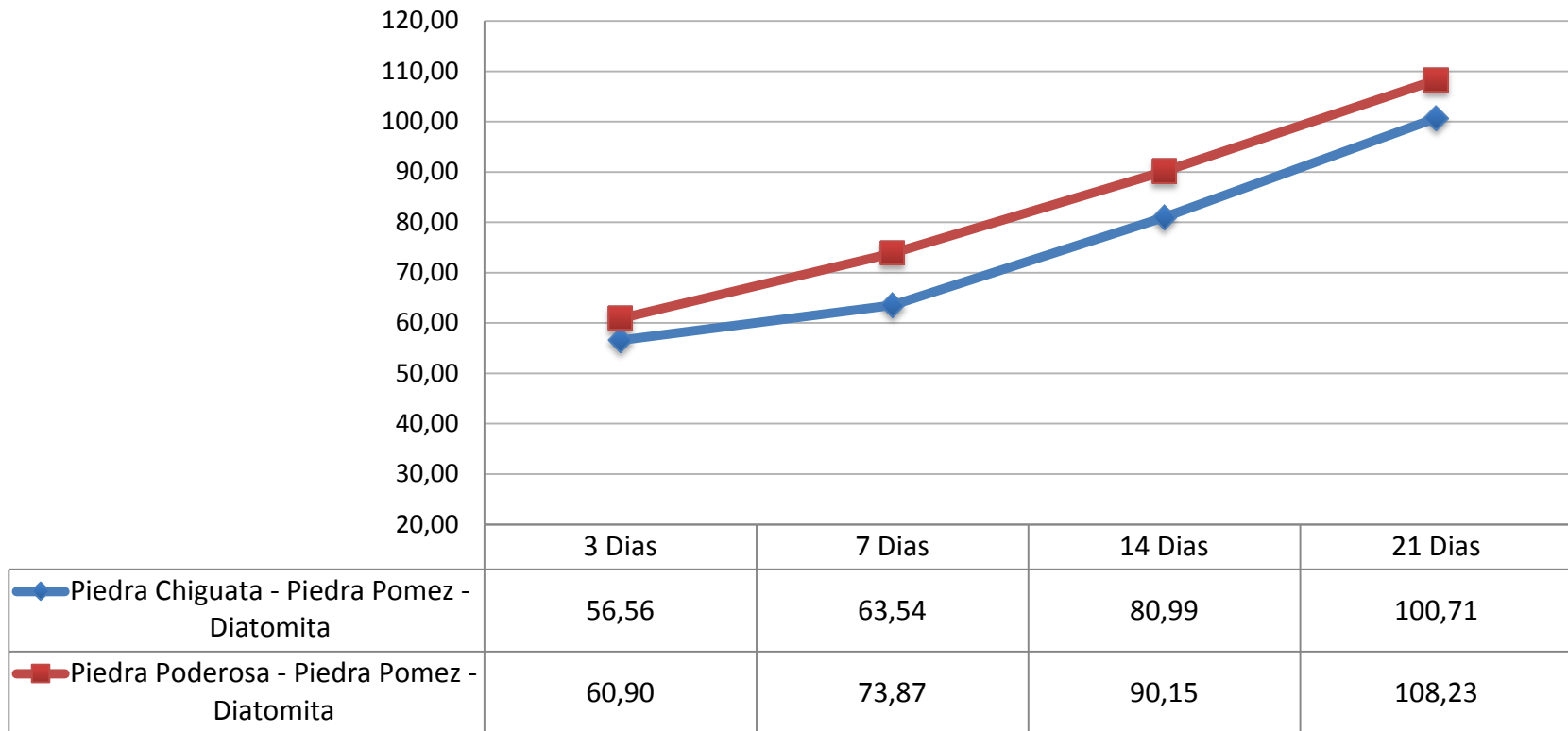


Gráfico 29 Resumen de resistencias con la Tercera combinación para una compresión $f'c=85\text{kg/cm}^2$ en los 3, 7, 14 y 21 días de edad de las bloquetas.

Evolución Resistencia a la Compresión 85 Kg/cm2

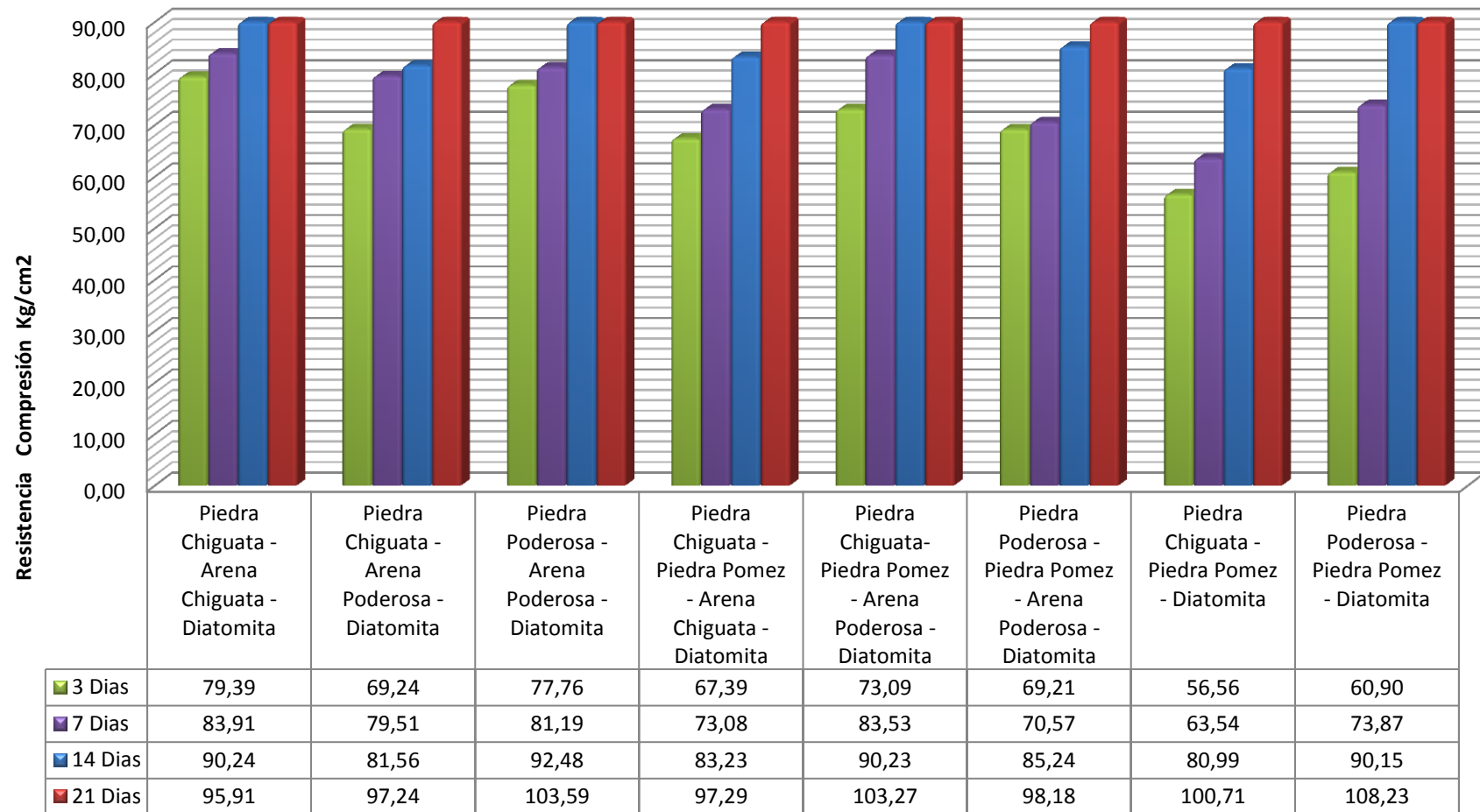


Gráfico 30 Resumen de los diferentes combinaciones de la evolución de la compresión $f'c=85\text{kg/cm}^2$, de las bloquetas a los 3, 7, 14 y 21 días de edad.

4.2.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS A COMPRESIÓN POR PILAS DE BLOQUETA PARA MURO PORTANTE.

4.2.2.1 FABRICACIÓN DE PILAS

4.2.2.1.1 MORTERO

El mortero consiste en una mezcla de cemento y agregado fino en los cuales se le añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación por parte de los agregados. Para la elaboración de ese mortero se tendrá en cuenta lo indicado en NTP 399.607 y NTP 399.610 para obtener la resistencia deseada. Los componentes utilizados en el mortero son:

- ✓ El cemento que es utilizado fue tipo IP
- ✓ El agregado fino es una arena gruesa utilizada de la cantera de la poderosa, libre de material orgánico y sales.
- ✓ El agua utilizada fue agua potable y libre de sustancias ácidas y materia orgánica.

TIPO DE MORTERO

Se utilizó un tipo de mortero con una dosificación 1:4 de cemento y arena gruesa de la poderosa, destinada a uso en muros portantes según la norma E-070 ALBAÑILERÍA.



Figura 38 Mezcla para mortero

4.2.2.1.2 ELABORACIÓN DE PILAS

La norma peruana E-070 establece que las pilas de albañilería deben ser compuestas por dos o más unidades de albañilería, asentadas una sobre la otra por medio de un mortero, utilizando una dosificación 1:4.

Estas pilas, a la edad de 28 días, han sido ensayadas a compresión axial, para que los resultados sirvan para diseñar muros estructurales de viviendas y tener control de calidad de la unidad de albañilería para la construcción.



Figura 39 Colocación y nivelado del mortero en la bloqueta



Figura 40 Proceso de asentado de bloquetas con mortero formando las pilas

4.2.2.1.3 CURADO Y ALMACENAJE DE PILAS DE CONCRETO

Después de la elaboración de las pilas se procedió con el humedecimiento de toda la pila para que el agua del mortero no sea absorbido, ya que cuenta con un gran porcentaje de absorción. De esta forma se mantiene las bloquetas humedecidas para que logre continuar con su crecimiento de resistencia.



Figura 41 Curado de pilas siendo humedecidas.

Los días de curado de las pilas tienen que ser un área protegida del sol y de fuertes vientos.



Figura 42 Pilas almacenada en una área protegida.

4.2.2.2. RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DE $f'c = 74$

KG/CM².

Se elaboraron 8 pilas, cada pila por diferentes diseños para esta resistencia requerida.

Como se mostrará en los siguientes gráficos y cuadros los resultados de los ensayos a compresión axial a los 28 días.



Figura 43 Ensayo a compresión axial de pilas

| Relación a/c 0.75 | | |
|--|---|---------------------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | Pilas de Concreto 28 Días |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 69.24 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 74.05 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 70.24 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 65.28 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 66.21 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 75.14 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 70.15 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 68.32 |

Cuadros 20 Rotura de pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=74$ kg/cm²

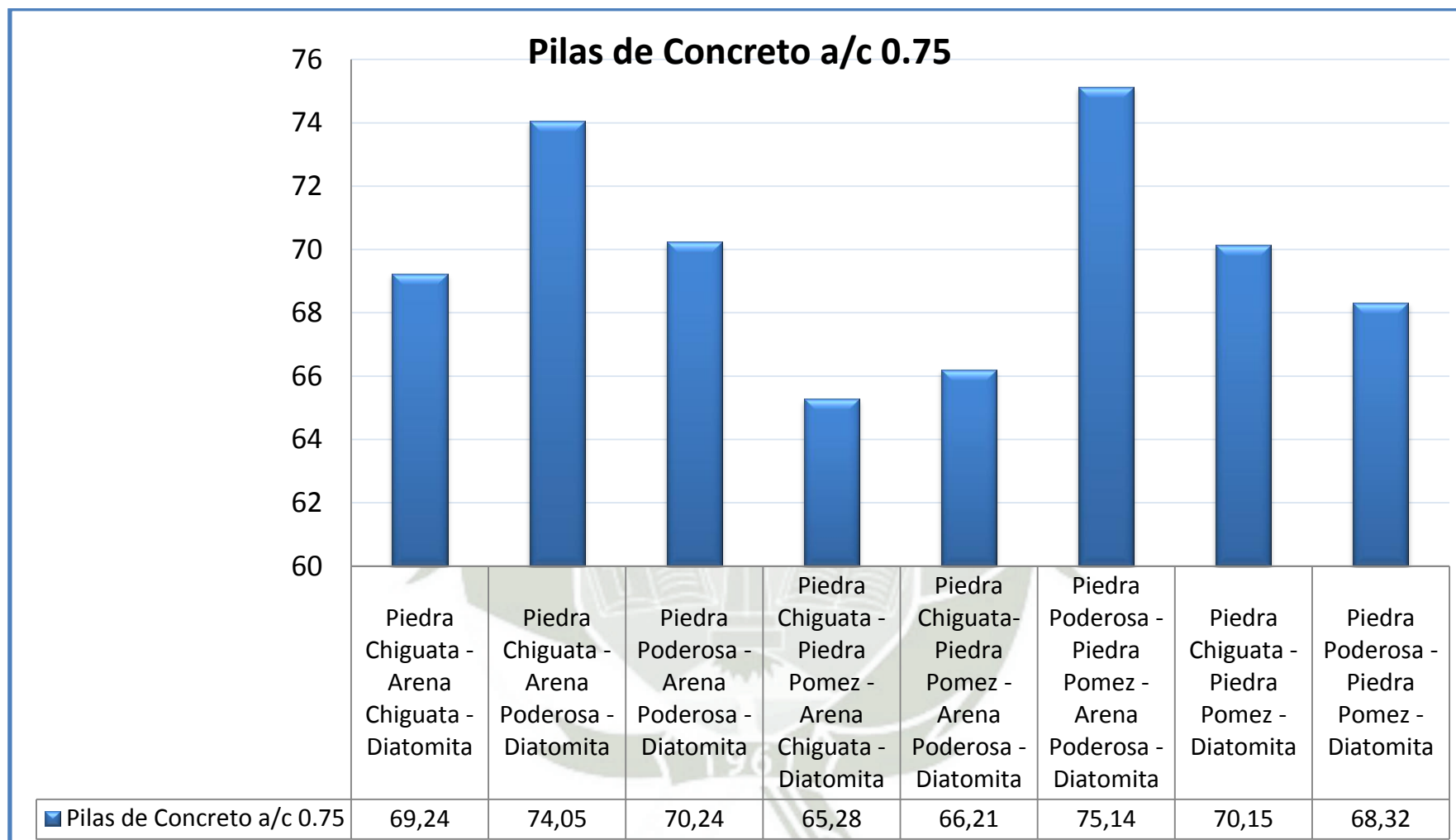


Gráfico 31 Evolución de las pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=74 \text{ kg/cm}^2$

4.2.2.3 RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DE $f'c = 85$ KG/CM².

Se elaboraron 8 pilas, cada pila por diferentes diseños para esta resistencia requerida.

Como se muestra en los siguientes gráficos y cuadros los resultados de los ensayos a compresión axial a los 28 días.



| Relación a/c 0.70 | | |
|--|---|---------------------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | Pilas de Concreto 28 Días |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 84.52 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 78.21 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 87.62 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pómez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Chiguata - Diatomita | 76.23 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 71.26 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 86.21 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pómez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Diatomita | 84.2 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Diatomita | 78.32 |

Cuadros 21 Rotura de pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=85$ kg/cm²

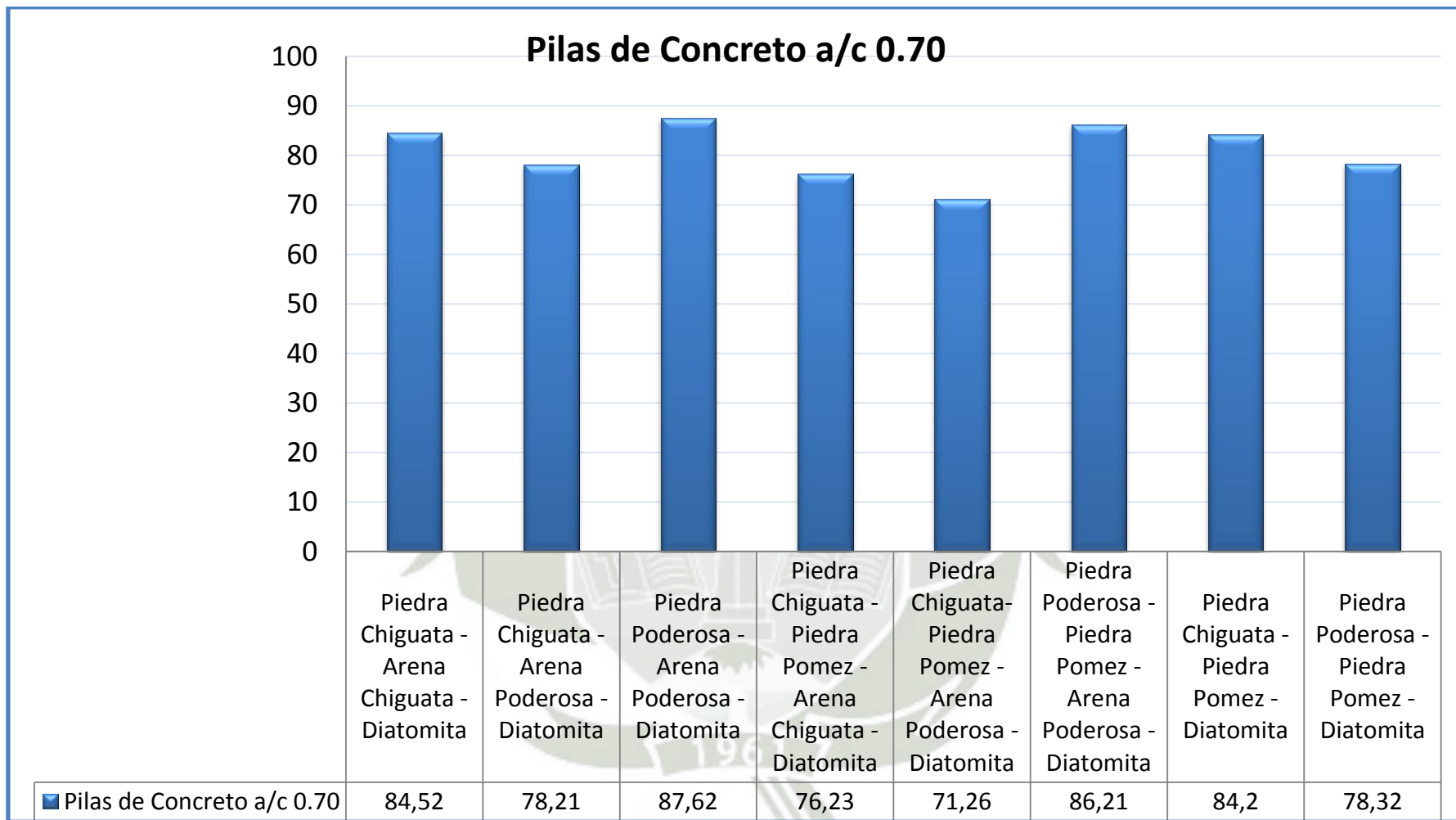


Gráfico 32 Evolución de las pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=85$ kg/cm²

4.2.2.4. RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DE $f'c = 120$ KG/CM².

Se elaboraron 8 pilas, cada pila por diferentes diseños para esta resistencia requerida.

Como se muestra en los siguientes gráficos y cuadros los resultados de los ensayos a compresión axial a los 28 días.



Figura 44 Compresión axial de pilas en el laboratorio de UCSM

| Relación a/c 0.65 | | |
|---|---|---------------------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | Pilas de Concreto 28 días |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 105.26 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 98.56 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 121.05 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra pómez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Chiguata - Diatomita | 100.14 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 106.98 |
| | Piedra Poderosa - Piedra pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 115.32 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra pómez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra pómez - Diatomita | 103.45 |
| | Piedra Poderosa - Piedra pómez - Diatomita | 109.65 |

Cuadros 22 Rotura de pilas para una resistencia a la compresión de $f'c=120$ kg/cm²

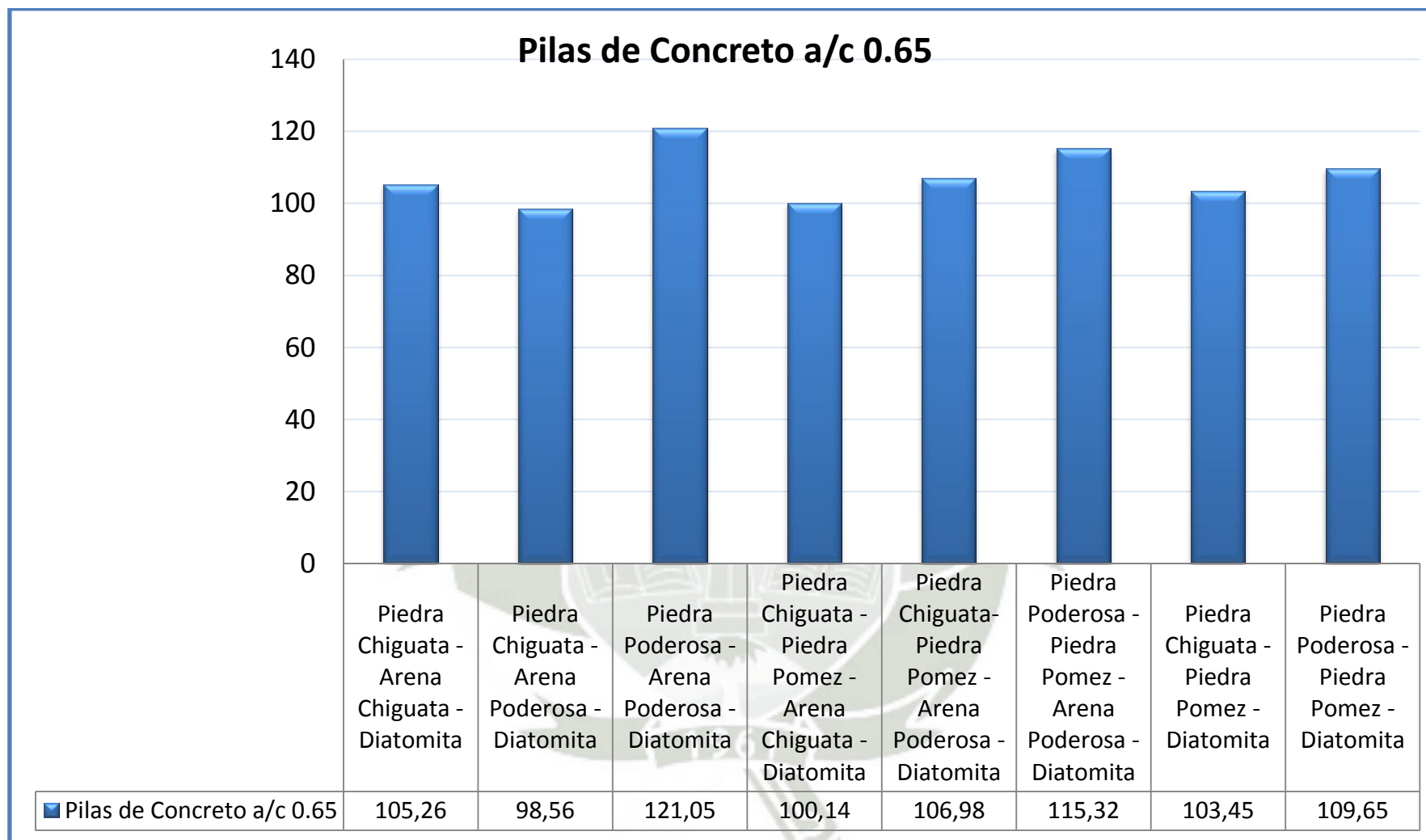


Gráfico 33 Evolución de las pilas para una resistencia a la compresión de $f'_c=120 \text{ kg/cm}^2$

4.2.3. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN DE PESOS DE BLOQUETAS PARA MURO PORTANTES.

4.2.3.1. PESOS DE BLOQUETAS PARA UN $f'c = 50 \text{ KG/CM}^2$.

Se tomaron 3 bloquetas de muestras para tipo de mezcla establecida para obtener una resistencia a 50 kg/cm^2 .

Obteniendo un promedio de acuerdo a cada tipo de diseño.

| Diferencia de Pesos - Relación a/c 0.75 | | | |
|---|---|---------|-------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | 21 Días | |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 13.37 | 13.75 |
| | | 14.05 | |
| | | 13.84 | |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 13.70 | 13.89 |
| | | 13.87 | |
| | | 14.10 | |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 13.87 | 13.97 |
| | | 13.90 | |
| | | 14.15 | |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra pómez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra pómez - Arena Chiguata - Diatomita | 13.38 | 12.80 |
| | | 13.01 | |
| | | 12.01 | |
| | Piedra Chiguata- Piedra pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 13.14 | 13.10 |
| | | 13.27 | |
| | | 12.90 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 13.25 | 13.28 |
| | | 13.09 | |
| | | 13.51 | |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra pómez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra pómez - Diatomita | 11.04 | 11.15 |
| | | 11.26 | |
| | | 11.14 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra pómez - Diatomita | 11.61 | 11.52 |
| | | 11.24 | |
| | | 11.70 | |

Cuadros 23 Pesos de las bloquetas elaboradas para una resistencia $f'c=50\text{kg/cm}^2$

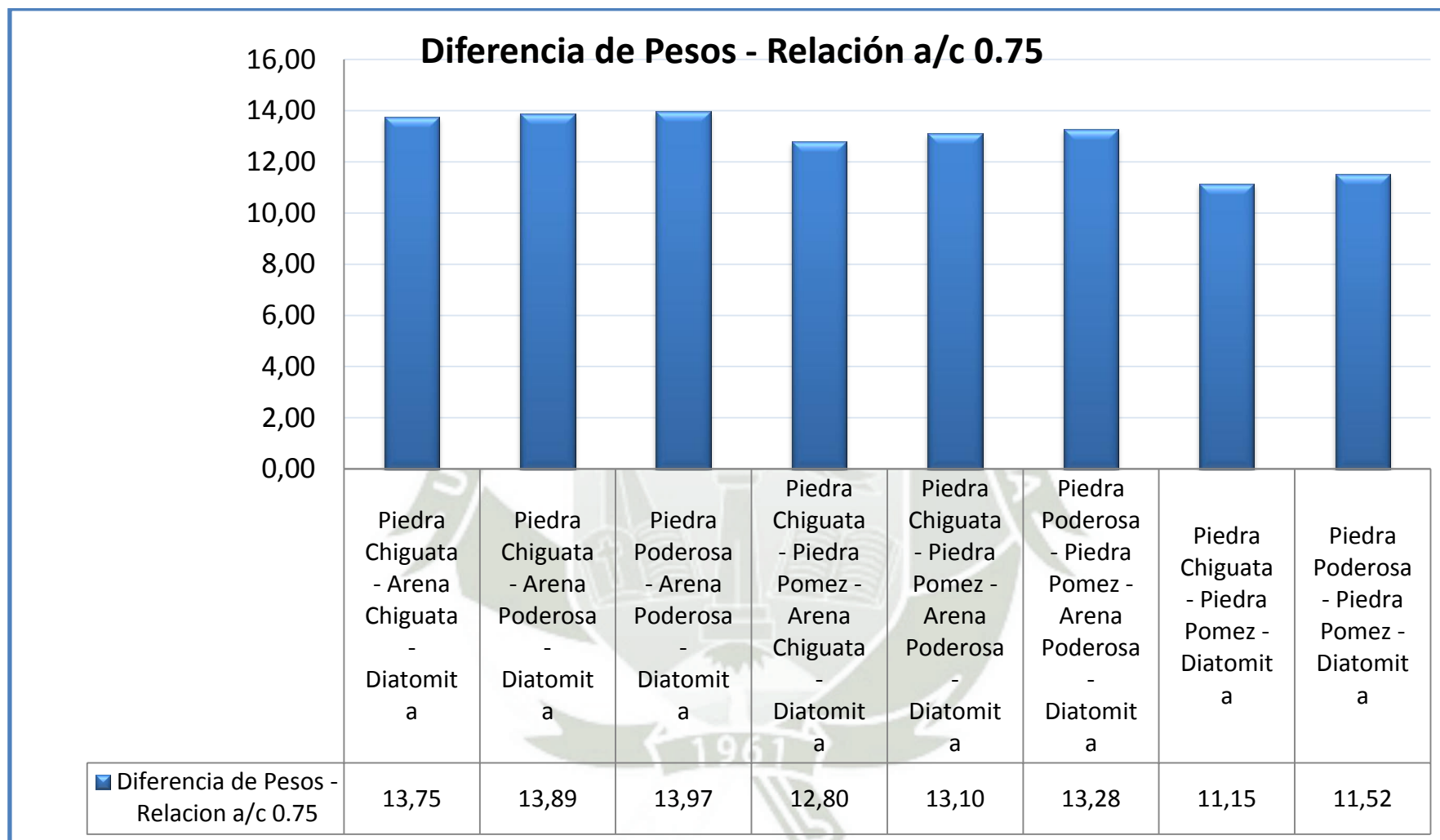


Gráfico 34 Diferencia de peso promedio de la bloquetas para una resistencia $f'c=50\text{kg/cm}^2$

4.2.3.2. PESOS DE BLOQUETAS PARA UN $f'c = 65 \text{ KG/CM}^2$.

Se tomaron 3 bloquetas de muestras para tipo de mezcla establecida para obtener una resistencia a 65 kg/cm².

Obteniendo un promedio de acuerdo a cada tipo de diseño.

| Diferencia de Pesos - Relación a/c 0.70 | | | |
|--|---|---------|--------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | 21 Días | |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 13.54 | 13.50 |
| | | 13.29 | |
| | | 13.68 | |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 13.72 | 13.82 |
| | | 13.91 | |
| | | 13.82 | |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 14.05 | 14.13 |
| | | 14.21 | |
| | | 14.13 | |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra pómez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra pómez - Arena Chiguata - Diatomita | 12.9 | 13.04 |
| | | 13.15 | |
| | | 13.06 | |
| | Piedra Chiguata - Piedra pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 13.2 | 13.17 |
| | | 13.08 | |
| | | 13.24 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 13.26 | 13.22 |
| | | 13.31 | |
| | | 13.09 | |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra pómez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra pómez - Diatomita | 11.78 | 11.60 |
| | | 11.56 | |
| | | 11.45 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra pómez - Diatomita | 11.98 | 11.73 |
| | | 11.62 | |
| | | 11.59 | |

Cuadros 24 Pesos de las bloquetas elaboradas para una resistencia $f'c=65\text{kg/cm}^2$

Diferencia de Pesos - Relación a/c 0.70



Gráfico 35 Diferencia de peso promedio de la bloquetas para una resistencia $f'c=65\text{kg/cm}^2$

4.2.3.3. PESOS DE BLOQUETAS PARA UN $f'c = 85 \text{ KG/CM}^2$.

Se tomaron 3 bloquetas de muestras para tipo de mezcla establecida para obtener una resistencia a 85 kg/cm².

Obteniendo un promedio de acuerdo a cada tipo de diseño.

| Diferencia de Pesos - Relación a/c 0.65 | | | |
|--|---|--------|--------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | 3 Días | |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 13.51 | 13.41 |
| | | 13.46 | |
| | | 13.27 | |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 13.54 | 13.66 |
| | | 13.68 | |
| | | 13.75 | |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 14.27 | 14.21 |
| | | 14.31 | |
| | | 14.06 | |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra pómez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra pómez - Arena Chiguata - Diatomita | 13.09 | 12.97 |
| | | 12.86 | |
| | | 12.96 | |
| | Piedra Chiguata - Piedra pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 13.13 | 13.08 |
| | | 13.09 | |
| | | 13.02 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra pómez - Arena Poderosa - Diatomita | 13.34 | 13.27 |
| | | 13.28 | |
| | | 13.2 | |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra pómez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra pómez - Diatomita | 11.08 | 11.16 |
| | | 11.16 | |
| | | 11.23 | |
| | Piedra Poderosa - Piedra pómez - Diatomita | 11.39 | 11.38 |
| | | 11.46 | |
| | | 11.28 | |

Cuadros 25 Pesos de las bloquetas elaboradas para una resistencia $f'c=85\text{kg/cm}^2$

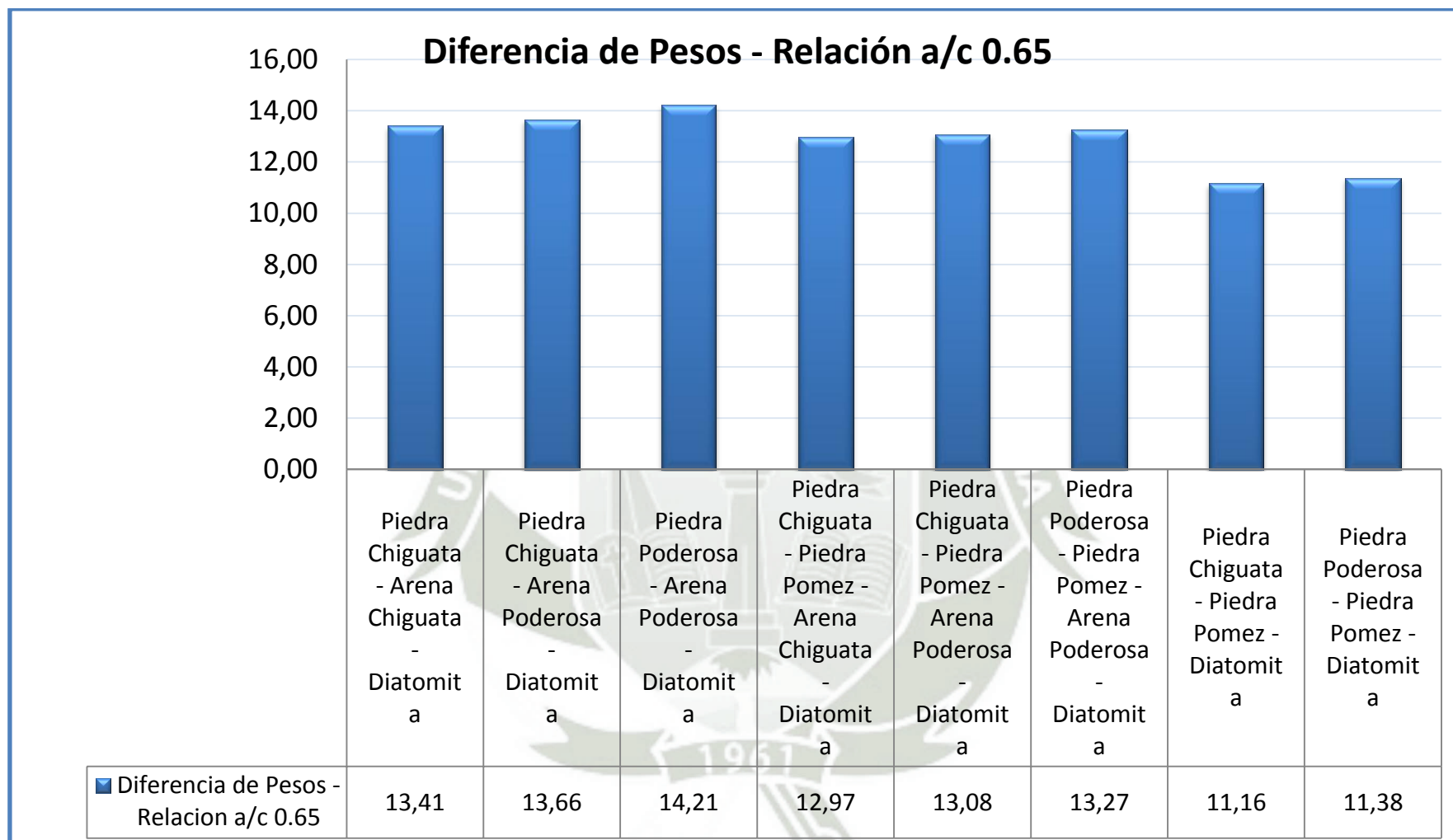


Gráfico 36 Diferencia de peso promedio de la bloquetas para una resistencia $f'c=85\text{kg/cm}^2$



5.1 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIO DE LAS BLOQUETAS DE CONCRETO ELABORADAS.

5.1.1 COSTO DE BLOQUETAS ELABORADAS PARA UNA F´C = 50 KG/CM2

Los costos serán elaborados en los distintos tipos de combinaciones diseñadas para esta resistencia, divididas por partidas, sacando un costo por unidad de bloqueta. EL costo de la mezcla está especificado para un metro cúbico de concreto en el cuál se tuvo un rendimiento de 141 bloquetas por metro cúbico.

| Partida: | | Elaboración de Bloquetas de Concreto f´c= 50Kg/cm2 100% Piedra 3/8" Chiguata - 70% Arena Chiguata + 30% Diatomita Bedoya | | | |
|----------------------------|---|---|--------------------|----------------|--|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 148.75 | | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL | |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 | |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 | |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 | |
| Materiales | | | | S/. 139.73 | |
| Cemento | bls | 5.65 | 20 | 113.00 | |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.348 | 45 | 15.66 | |
| Arena Chiguata | m3 | 0.2507 | 35 | 8.77 | |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1075 | 20 | 2.15 | |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.14 | |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 | |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 | |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 | |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 | |
| Nota : | Por metro cubico de mezcla se obtiene 140 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. | |
| | 148.75 / 141 und S/. 1.05 c/u | | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.45 | |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 | |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto f'c= 50Kg/cm2 100% Piedra 3/8" Chiguata - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 150.01 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 140.98 |
| Cemento | bls | 5.65 | 20 | 113 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.348 | 45 | 15.66 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.2507 | 40 | 10.028 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1075 | 20 | 2.15 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cubico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 150.01/ 141 und S/. 1.06 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.44 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto f'c= 50Kg/cm2 100% Piedra 3/8" Poderosa - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 151.75 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 142.72 |
| Cemento | bls | 5.65 | 20 | 113 |
| Piedra 3/8" Poderosa | m3 | 0.348 | 50 | 17.4 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.2507 | 40 | 10.028 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1075 | 20 | 2.15 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cubico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 151.75 / 141 und S/. 1.07 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.43 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c= 50\text{Kg}/\text{cm}^2$ 70% Piedra 3/8" Chiguata - 30% Piedra Pomez Chiguata - 70% Arena Chiguata + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 148.88 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 139.85 |
| Cemento | bls | 5.65 | 20 | 113 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.2436 | 45 | 10.962 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1044 | 45 | 4.698 |
| Arena Chiguata | m3 | 0.2543 | 35 | 8.9005 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1075 | 20 | 2.15 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cubico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 148.88 / 141 und S/. 1.05 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.45 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c= 50\text{Kg}/\text{cm}^2$ 70% Piedra 3/8" Chiguata - 30% Piedra Pomez Chiguata - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 150.15 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 141.13 |
| Cemento | bls | 5.65 | 20 | 113 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.2436 | 45 | 10.962 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1044 | 45 | 4.698 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.2543 | 40 | 10.172 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1075 | 20 | 2.15 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cubico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 150.15/ 141 und S/. 1.06 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.44 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c= 50Kg/cm^2$ 70% Piedra 3/8" Poderosa - 30% Piedra Pomez Chiguata - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 151.37 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 142.34 |
| Cemento | bls | 5.65 | 20 | 113 |
| Piedra 3/8" Poderosa | m3 | 0.2436 | 50 | 12.18 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1044 | 45 | 4.698 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.2543 | 40 | 10.172 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1075 | 20 | 2.15 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cubico de mezcla se obtiene 140 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 151.37 / 141 und S/. 1.07 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.43 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c= 50Kg/cm^2$ 100% Piedra 3/8" Chiguata - 40% Piedra Pomez Chiguata + 60% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 147.14 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 138.12 |
| Cemento | bls | 5.65 | 20 | 113 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.348 | 45 | 15.66 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1075 | 40 | 4.3 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.2507 | 20 | 5.014 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cubico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 147.14 / 141 und S/. 1.04 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.46 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: | | Elaboración de Bloquetas de Concreto f'c= 50Kg/cm2 100% Piedra 3/8" Poderosa - 40% Piedra Pomez Chiguata + 60% Diatomita Bedoya | | | |
|----------------------------|---|--|--------------------|----------------|--|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 148.88 | | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL | |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 | |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 | |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 | |
| Materiales | | | | S/. 139.86 | |
| Cemento | bls | 5.65 | 20 | 113 | |
| Piedra 3/8" Poderosa | m3 | 0.348 | 50 | 17.4 | |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1075 | 40 | 4.3 | |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.2507 | 20 | 5.014 | |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 | |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 | |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 | |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 | |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 | |
| Nota : | Por metro cubico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. | |
| | 148.88/ 141 und S/. 1.05 c/u | | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.45 | |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 | |

En este cuadro se observa el resumen de las diferentes combinaciones y canteras para obtener una resistencia a la compresión de 65 kg/cm², obteniendo un costo por metro cúbico y también un precio unitario de bloqueta de acuerdo a las diferentes diseños elaborados para una misma resistencia.

| Precios Bloquetas $f'c = 50\text{Kg/cm}^2$ | | | | | |
|---|---|-------------------------|------------------|---------------------|---------------------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | Precio por Metro Cúbico | Costo por Unidad | Utilidad por Unidad | Precio Mercado por Unidad |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | S/. 148.75 | S/. 1.05 | S/. 0.45 | S/. 1.50 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 150.01 | S/. 1.06 | S/. 0.44 | S/. 1.50 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 151.75 | S/. 1.07 | S/. 0.43 | S/. 1.50 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Chiguata - Diatomita | S/. 148.88 | S/. 1.05 | S/. 0.45 | S/. 1.50 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 150.15 | S/. 1.06 | S/. 0.44 | S/. 1.50 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 151.37 | S/. 1.07 | S/. 0.43 | S/. 1.50 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pómez - Diatomita | S/. 147.14 | S/. 1.04 | S/. 0.46 | S/. 1.50 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pómez - Diatomita | S/. 148.88 | S/. 1.05 | S/. 0.45 | S/. 1.50 |

Cuadros 26 Precio por metro cúbico y por unidad de bloqueta para una resistencia $f'c=50\text{kg/cm}^2$

Cabe recordar que aproximadamente que para 1 m³ de mezcla equivale 141 bloquetas artesanales de concreto, es ahí donde se puede sacar un costo unitario.

En la siguiente tabla estadística se muestra los diferentes precios de acuerdo a los diseños para los una misma resistencia.

Costo elaboración bloqueta f'c = 50 Kg/cm2

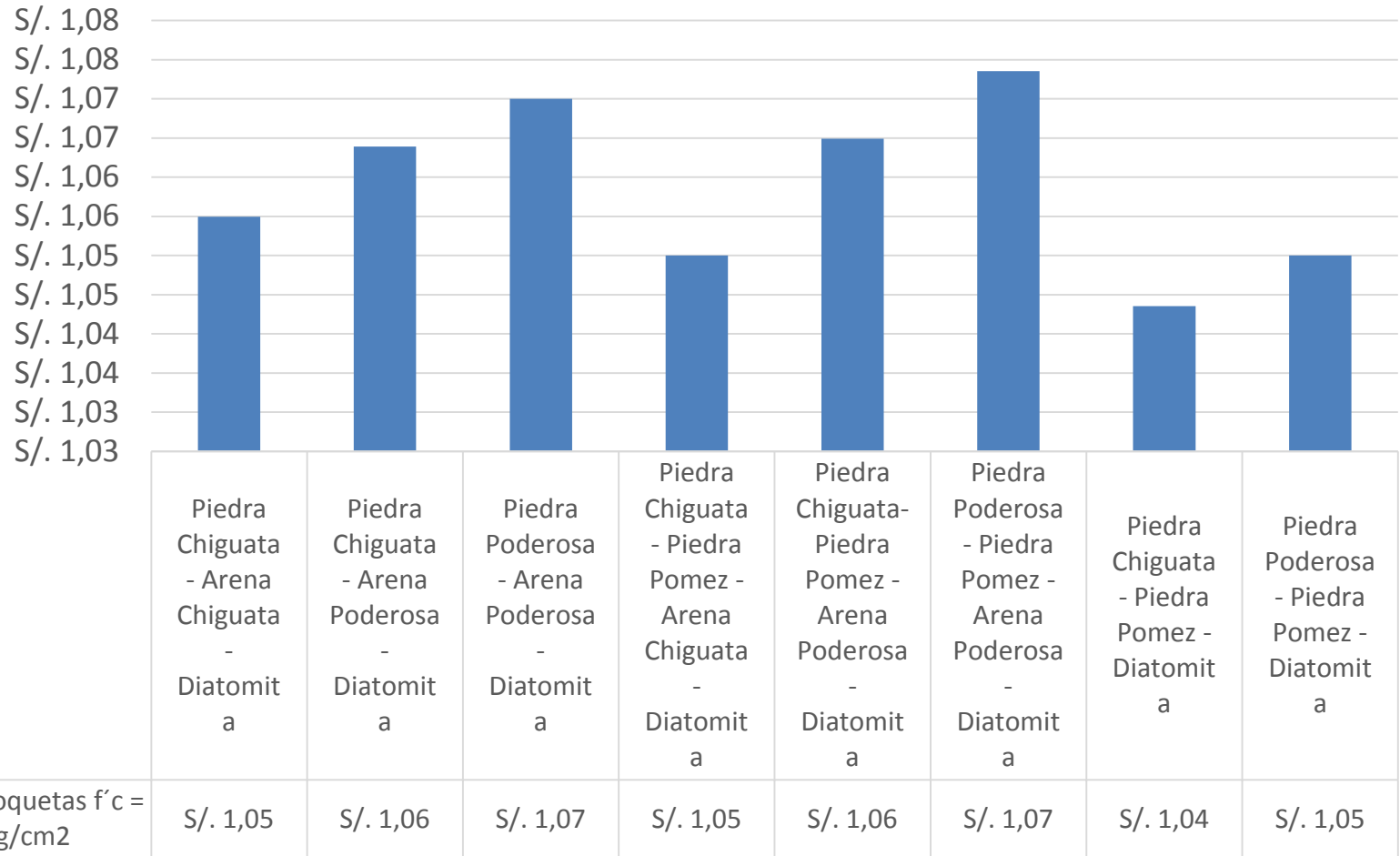


Gráfico 37 Precio por unidad de bloqueta para una resistencia f'c=50kg/cm2

5.1.2 COSTO DE BLOQUETAS ELABORADAS PARA UNA F'c = 65 KG/CM2

Los costos serán elaborados en los distintos tipos de combinaciones diseñadas para esta resistencia, divididas por partidas, sacando un costo por unidad de bloqueta. EL costo de la mezcla está especificado para un metro cúbico de concreto en el cuál se tuvo un rendimiento de 141 bloquetas por metro cúbico.

| Elaboracion de Bloquetas de Concreto f'c= 65Kg/cm2 100% Piedra 3/8" Chiguata - 70% Arena Chiguata + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Partida: | | | | |
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 156.64 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 147.62 |
| Cemento | bls | 6.05 | 20 | 121 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.3531 | 45 | 15.8895 |
| Arena Chiguata | m3 | 0.243 | 35 | 8.505 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1041 | 20 | 2.082 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cubico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 156.73 / 141 und S/. 1.11 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.43 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto f'c= 65Kg/cm2 100% Piedra 3/8" Chiguata - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 157.86 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 148.84 |
| Cemento | bls | 6.05 | 20 | 121 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.3531 | 45 | 15.8895 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.243 | 40 | 9.72 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1041 | 20 | 2.082 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 157.94/ 141 und S/. 1.12 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.43 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto f'c= 65Kg/cm2 100% Piedra 3/8" Poderosa - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 159.63 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 150.60 |
| Cemento | bls | 6.05 | 20 | 121 |
| Piedra 3/8" Poderosa | m3 | 0.3531 | 50 | 17.655 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.243 | 40 | 9.72 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1041 | 20 | 2.082 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 159.71 / 141 und S/. 1.13 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.43 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c= 65Kg/cm^2$ 70% Piedra 3/8" Chiguata - 30% Piedra Pomez Chiguata - 70% Arena Chiguata + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 156.64 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 147.62 |
| Cemento | bls | 6.05 | 20 | 121 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.2472 | 45 | 11.124 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1059 | 45 | 4.7655 |
| Arena Chiguata | m3 | 0.243 | 35 | 8.505 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1041 | 20 | 2.082 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 156.64 / 141 und S/. 1.11 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.39 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c= 65Kg/cm^2$ 70% Piedra 3/8" Chiguata - 30% Piedra Pomez Chiguata - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 157.86 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 148.84 |
| Cemento | bls | 6.05 | 20 | 121 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.2472 | 45 | 11.124 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1059 | 45 | 4.7655 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.243 | 40 | 9.72 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1041 | 20 | 2.082 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 157.86/ 141 und S/. 1.12 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.38 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: | | Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c= 65Kg/cm^2$ 70% Piedra 3/8" Poderosa - 30% Piedra Pomez Chiguata - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | |
|----------------------------|---|--|--------------------|----------------|--|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 159.10 | | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL | |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 | |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 | |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 | |
| Materiales | | | | S/. 150.07 | |
| Cemento | bls | 6.05 | 20 | 121 | |
| Piedra 3/8" Poderosa | m3 | 0.2472 | 50 | 12.36 | |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1059 | 45 | 4.7655 | |
| Arena Poderosa | m3 | 0.243 | 40 | 9.72 | |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1041 | 20 | 2.082 | |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 | |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 | |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 | |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 | |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 | |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. | |
| | 159.10/ 141 und S/. 1.13 c/u | | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.37 | |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 | |

| Partida: | | Elaboracion de Bloquetas de Concreto $f'c= 65Kg/cm^2$ 100% Piedra 3/8" Chiguata - 40% Piedra Pomez Chiguata + 60% Diatomita Bedoya | | | |
|----------------------------|---|--|--------------------|----------------|--|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 157.16 | | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL | |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 | |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 | |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 | |
| Materiales | | | | S/. 148.14 | |
| Cemento | bls | 6.05 | 20 | 121 | |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.3531 | 45 | 15.8895 | |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1388 | 45 | 6.246 | |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.243 | 20 | 4.86 | |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 | |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 | |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 | |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 | |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 | |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. | |
| | 157.16/ 141 und S/. 1.11 c/u | | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.39 | |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 | |

| Partida: Elaboracion de Bloquetas de Concreto $f'c = 65\text{Kg/cm}^2$ 100% Piedra 3/8" Poderosa - 40% Piedra Pomez Chiguata + 60% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 158.93 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 149.91 |
| Cemento | bls | 6.05 | 20 | 121 |
| Piedra 3/8" Poderosa | m3 | 0.3531 | 50 | 17.655 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1388 | 45 | 6.246 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.243 | 20 | 4.86 |
| Agua | m3 | 0.18 | 0.8 | 0.144 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 158.93/ 141 und S/. 1.13 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.37 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

En este cuadro se observa el resumen de las diferentes combinaciones y canteras para obtener una resistencia a la compresión de 65 kg/cm², obteniendo un costo por metro cúbico, un precio unitario de bloqueta, utilidad obtenida y el precio de bloquetas para el mercado, de acuerdo a las diferentes diseños elaborados para una misma resistencia.

| Precios Bloquetas f'c = 65Kg/cm ² | | | | | |
|--|---|-------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | Precio por Metro Cúbico | Precio por Unidad | Utilidad por Unidad | Precio Mercado por Unidad |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | S/. 156.64 | S/. 1.11 | S/. 0.39 | S/. 1.50 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 157.86 | S/. 1.12 | S/. 0.38 | S/. 1.50 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 159.63 | S/. 1.13 | S/. 0.37 | S/. 1.50 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | S/. 156.64 | S/. 1.11 | S/. 0.39 | S/. 1.50 |
| | Piedra Chiguata- Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 157.86 | S/. 1.12 | S/. 0.38 | S/. 1.50 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 159.10 | S/. 1.13 | S/. 0.37 | S/. 1.50 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | S/. 157.16 | S/. 1.11 | S/. 0.39 | S/. 1.50 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | S/. 158.93 | S/. 1.13 | S/. 0.37 | S/. 1.50 |

Cuadros 27 Precio por metro cúbico y por unidad de bloqueta para una resistencia f'c=65kg/cm²

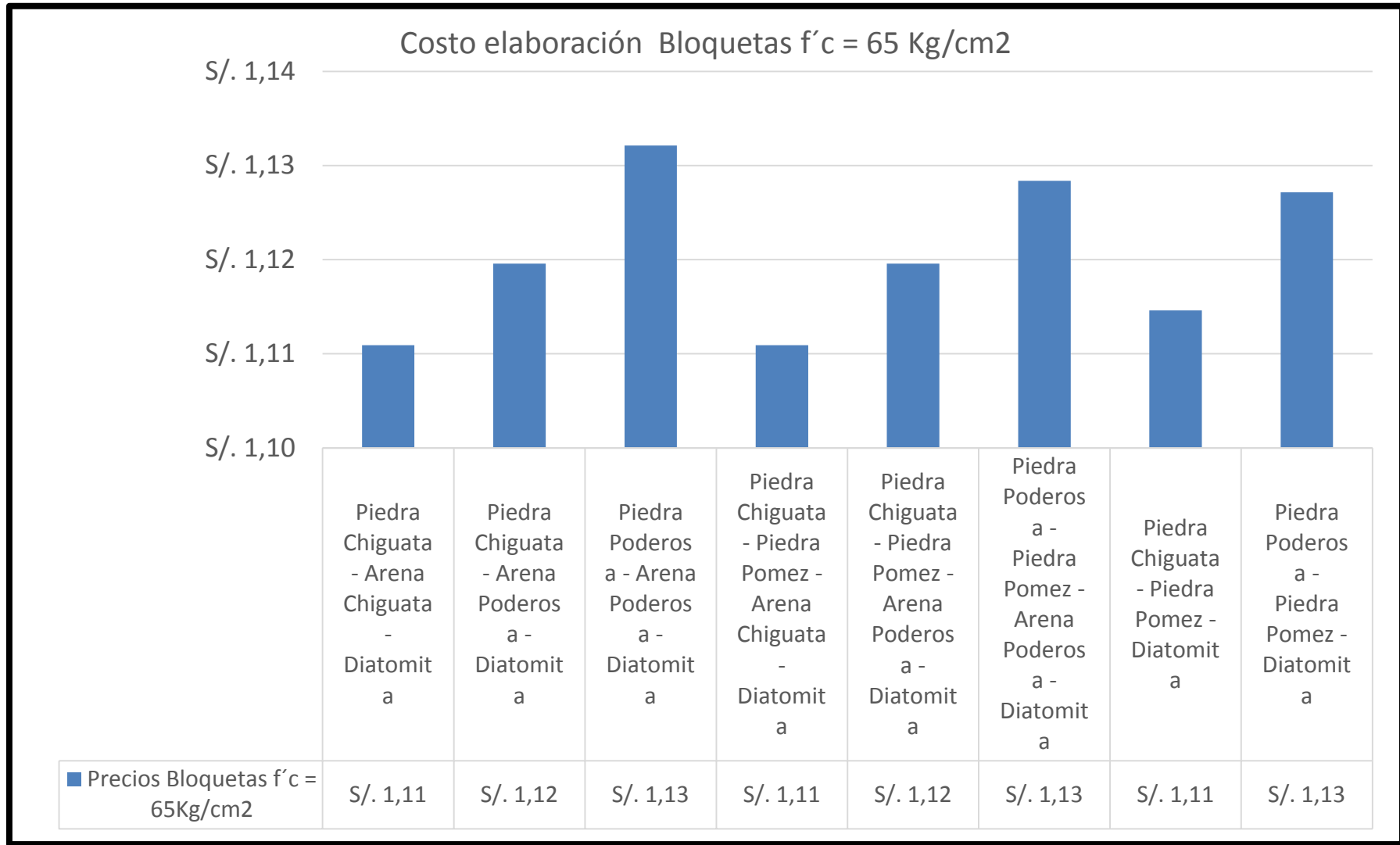


Gráfico 38 Precio por unidad de bloqueta para una resistencia f'c=65kg/cm2

5.1.3 COSTO DE BLOQUETAS ELABORADAS PARA UNA F´C = 85 KG/CM2

Los costos serán elaborados en los distintos tipos de combinaciones diseñadas para esta resistencia, divididas por partidas, sacando un costo por unidad de bloqueta. EL costo de la mezcla está especificado para un metro cúbico de concreto en el cuál se tuvo un rendimiento de 141 bloquetas por metro cúbico.

| Elaboración de Bloquetas de Concreto f´c= 85Kg/cm2 100% Piedra 3/8" Chiguata - 70% Arena Chiguata + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Partida: | | | | |
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 166.80 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 157.77 |
| Cemento | bls | 6.59 | 20 | 131.8 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.3576 | 45 | 16.092 |
| Arena Chiguata | m3 | 0.2014 | 35 | 7.049 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1343 | 20 | 2.686 |
| Agua | m3 | 0.182 | 0.8 | 0.1456 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 166.80 / 141 und S/. 1.18 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.32 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c=85\text{Kg/cm}^2$ 100% Piedra 3/8" Chiguata - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 167.80 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 158.78 |
| Cemento | bls | 6.59 | 20 | 131.8 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.3576 | 45 | 16.092 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.2014 | 40 | 8.056 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1343 | 20 | 2.686 |
| Agua | m3 | 0.182 | 0.8 | 0.1456 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 167.80/ 141 und S/. 1.19 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.31 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c=85\text{Kg/cm}^2$ 100% Piedra 3/8" Poderosa - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 169.59 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 160.57 |
| Cemento | bls | 6.59 | 20 | 131.8 |
| Piedra 3/8" Poderosa | m3 | 0.3576 | 50 | 17.88 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.2014 | 40 | 8.056 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1343 | 20 | 2.686 |
| Agua | m3 | 0.182 | 0.8 | 0.1456 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 169.59 / 141 und S/. 1.20 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.30 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c = 85\text{Kg/cm}^2$ 70% Piedra 3/8" Chiguata - 30% Piedra Pomez Chiguata - 70% Arena Chiguata + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 166.80 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 157.78 |
| Cemento | bls | 6.59 | 20 | 131.8 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.2146 | 45 | 9.657 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1431 | 45 | 6.4395 |
| Arena Chiguata | m3 | 0.2014 | 35 | 7.049 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1343 | 20 | 2.686 |
| Agua | m3 | 0.182 | 0.8 | 0.1456 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 166.80 / 141 und S/. 1.18 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.32 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c = 85\text{Kg/cm}^2$ 70% Piedra 3/8" Chiguata - 30% Piedra Pomez Chiguata - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 167.81 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 158.78 |
| Cemento | bls | 6.59 | 20 | 131.8 |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.2146 | 45 | 9.657 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1431 | 45 | 6.4395 |
| Arena Poderosa | m3 | 0.2014 | 40 | 8.056 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1343 | 20 | 2.686 |
| Agua | m3 | 0.182 | 0.8 | 0.1456 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 167.81/ 141 und S/. 1.19 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.31 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

| Partida: | | Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c= 85Kg/cm^2$ 70% Piedra 3/8" Poderosa - 30% Piedra Pomez Chiguata - 70% Arena Poderosa + 30% Diatomita Bedoya | | | |
|----------------------------|---|--|--------------------|----------------|--|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 168.88 | | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL | |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 | |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 | |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 | |
| Materiales | | | | S/. 159.86 | |
| Cemento | bls | 6.59 | 20 | 131.8 | |
| Piedra 3/8" Poderosa | m3 | 0.2146 | 50 | 10.73 | |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1431 | 45 | 6.4395 | |
| Arena Poderosa | m3 | 0.2014 | 40 | 8.056 | |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.1343 | 20 | 2.686 | |
| Agua | m3 | 0.182 | 0.8 | 0.1456 | |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 | |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 | |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 | |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 | |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. | |
| | 168.88 / 141 und S/. 1.20 c/u | | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.30 | |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 | |

| Partida: | | Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c= 85Kg/cm^2$ 100% Piedra 3/8" Chiguata - 40% Piedra Pomez Chiguata + 60% Diatomita Bedoya | | | |
|----------------------------|---|--|--------------------|----------------|--|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 167.13 | | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL | |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 | |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 | |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 | |
| Materiales | | | | S/. 158.11 | |
| Cemento | bls | 6.59 | 20 | 131.8 | |
| Piedra 3/8" Chiguata | m3 | 0.3576 | 45 | 16.092 | |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1343 | 45 | 6.0435 | |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.2014 | 20 | 4.028 | |
| Agua | m3 | 0.182 | 0.8 | 0.1456 | |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 | |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 | |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 | |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 | |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. | |
| | 167.13 / 141 und S/. 1.18 c/u | | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.32 | |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 | |

| Partida: Elaboración de Bloquetas de Concreto $f'c = 85\text{Kg/cm}^2$ 100% Piedra 3/8" Poderosa - 40% Piedra Pomez Chiguata + 60% Diatomita Bedoya | | | | |
|--|---|-----------------|--------------------|-------------------|
| Especificación: | Bloque de Concreto 14 x 39 x 15 | | | |
| cuadrilla: | 1 operario + 4 peones | | | |
| Rendimiento: | 2000 bloquetas / Día | | | |
| Rend. Maquina: | 20 m3/día | Total / m3 | S/. 168.92 | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | PARCIAL |
| Mano de Obra | | | | S/. 0.21 |
| Operario | hh | 0.004 | 14.28 | 0.05712 |
| Peon | hh | 0.016 | 9.77 | 0.15632 |
| Materiales | | | | S/. 159.90 |
| Cemento | bls | 6.59 | 20 | 131.8 |
| Piedra 3/8" Poderosa | m3 | 0.3576 | 50 | 17.88 |
| Piedra Pomez Chiguata | m3 | 0.1343 | 45 | 6.0435 |
| Diatomita Bedoya | m3 | 0.2014 | 20 | 4.028 |
| Agua | m3 | 0.182 | 0.8 | 0.1456 |
| Equipos - Herramientas | | | | S/. 8.81 |
| Mezcladora 11 -9 pie3 | hm | 0.4 | 12 | 4.8 |
| Maqui. Vibrocompactador: | hm | 0.4 | 10 | 4 |
| Herramientas 5% | | 0.05 | 0.21 | 0.01 |
| Nota : | Por metro cúbico de mezcla se obtiene 141 bloquetas aproximadamente; de lo que el costo por unida seria | | | S/. |
| | 168.92/ 141 und S/. 1.19 c/u | | | |
| GANANCIA POR UNIDAD | | | | S/. 0.31 |
| COSTO MERCADO | | | | S/. 1.50 |

En este cuadro se observa el resumen de las diferentes combinaciones y canteras para obtener una resistencia a la compresión de 85 kg/cm², obteniendo un costo por metro cúbico, un precio unitario de bloqueta, utilidad obtenida y el precio de bloquetas para el mercado, de acuerdo a las diferentes diseños elaborados para una misma resistencia.

| Precios Bloquetas f'c = 85Kg/cm ² | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| Combinaciones | Combinación Canteras | Precio por Metro Cúbico | Precio por Unidad | Utilidad por Unidad | Precio Mercado por Unidad |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | S/. 166.80 | S/. 1.18 | S/. 0.32 | S/. 1.50 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 167.80 | S/. 1.19 | S/. 0.31 | S/. 1.50 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 169.59 | S/. 1.20 | S/. 0.30 | S/. 1.50 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | S/. 166.80 | S/. 1.18 | S/. 0.32 | S/. 1.50 |
| | Piedra Chiguata- Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 167.81 | S/. 1.19 | S/. 0.31 | S/. 1.50 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | S/. 168.88 | S/. 1.20 | S/. 0.30 | S/. 1.50 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | S/. 167.13 | S/. 1.18 | S/. 0.32 | S/. 1.50 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | S/. 168.92 | S/. 1.19 | S/. 0.31 | S/. 1.50 |

Cuadros 28 Precio por metro cúbico y por unidad de bloqueta para una resistencia f'c=85kg/cm²

Costo elaboración Bloquetas f'c = 85 Kg/cm2

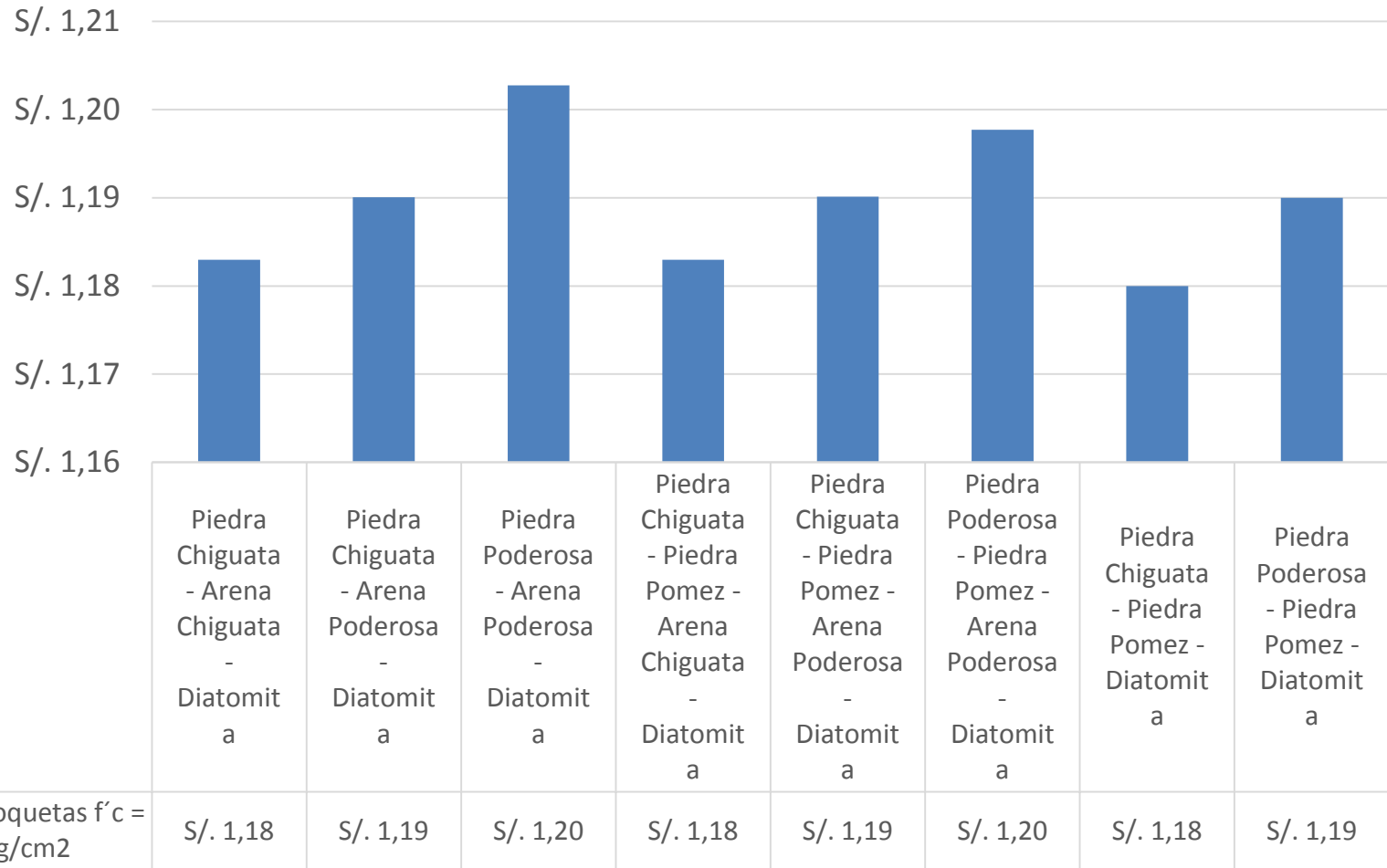


Gráfico 39 Precio por unidad de bloqueta para una resistencia f'c=85kg/cm2

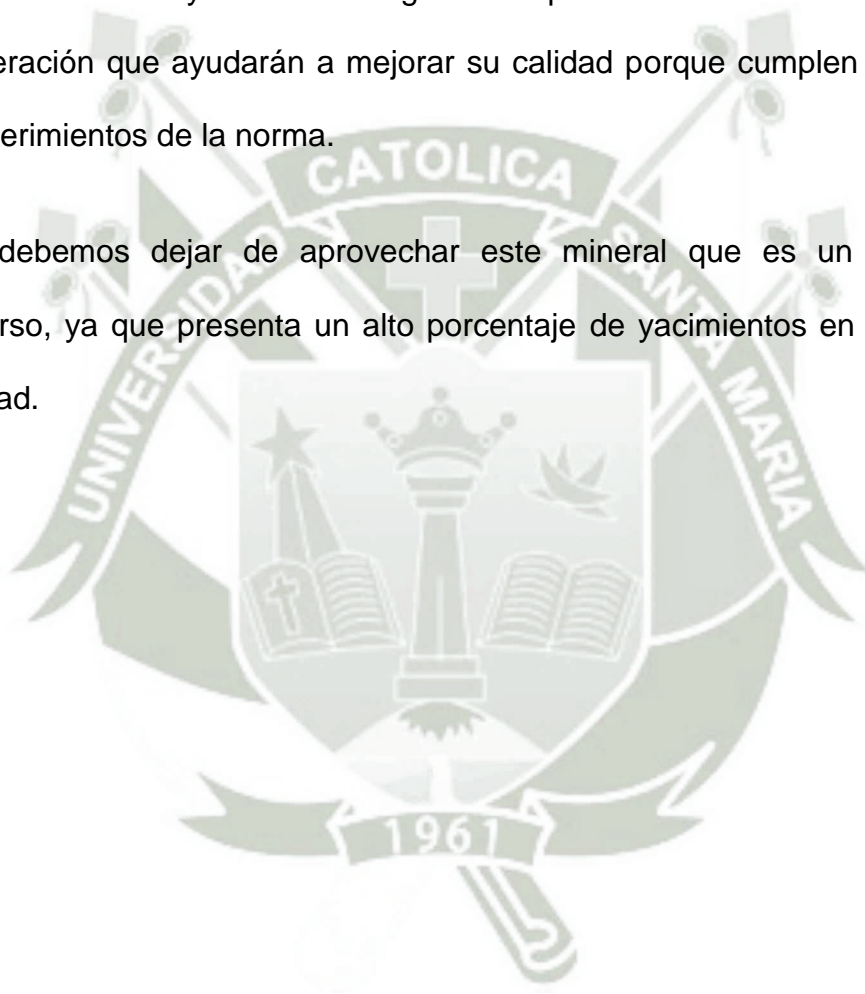
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Con el empleo de la Diatomita como parte del agregado, se fabricaron bloquetas artesanales que superaron la resistencia estipulada en la norma correspondiente.
2. Para efectos de la investigación, la mejor adición de Diatomita fue la del 30%.
3. Con la adición del 40% de Diatomita, se reduce su resistencia a la compresión, obteniendo una mezcla con exceso de finos.
4. En la presente investigación, la resistencia especificada según la norma E-070, se cumple a los 14 días de su evolución, lo que asegura la calidad y durabilidad de construcciones a temprana edad.
5. A los 3 días de edad la resistencia de 50 kg/cm² alcanza un promedio de 68% de la resistencia especificada, la resistencia de 65 kg/cm² alcanza un promedio de 81% y la resistencia de 85kg/cm² desarrolla un 82% de la resistencia especificada.
6. Las bloquetas de concreto elaboradas cumplen con las condiciones técnicas y económicas necesarias para ser empleadas en la construcción de viviendas de bajo costo.

7. Los agregados proveniente de la cantera de Chiguata (Piedra 3/8", P. Pómez, Arena, Diatomita) presentan gran cantidad de finos, los cuales provocan que su curva granulométrica salgan en algunos tramos de los límites establecidos.
8. Las bloquetas elaboradas con la tercera combinación (Piedra 3/8"+ P. Pómez 3/8" + Diatomita) son mucho más ligeras que las demás, estas pueden reducir su peso hasta en un 17.8% en referencia a una bloqueta convencional, por lo tanto pueden ser usadas para elaborar viviendas unifamiliares de mayor resistencia a menor costo.
9. Las bloquetas elaboradas con Diatomita, emplean menor cantidad de unidades por metro cuadrado, comparadas con el uso de ladrillos de arcillas, por lo que se puede reducir hasta en un 42% en unidades de albañilería, esto significa un ahorro en tiempo y costos.
10. Los agregados de la cantera la Poderosa reducen la absorción de las bloquetas hasta en 20%, pero aumenta el peso de las mismas, por lo que estructuralmente son un punto en desventaja.
11. En el capítulo 5 se muestra que se pueden conseguir bloquetas artesanales a menor costo de fabricación, que cumpla la norma.

12. En el mercado actual, el precio por unidad de bloqueta artesanal es s/. 1.50, el de bloqueta industrial es s/. 2.20, el obtenido con el empleo de Diatomita consideramos los precios del mercado, logrando una ganancia que fluctúan entre s/. 0.30 y s/. 0.45 por unidad de bloqueta.
13. La Diatomita puede ser utilizada para realizar estudios de concreto de alta resistencia y concretos ligeros empleando aditivos de tercera generación que ayudarán a mejorar su calidad porque cumplen con los requerimientos de la norma.
14. No debemos dejar de aprovechar este mineral que es un valioso recurso, ya que presenta un alto porcentaje de yacimientos en nuestra ciudad.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda controlar durante la fabricación de bloquetas artesanales con Diatomita, la dosificación del contenido de agua de la mezcla, para que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda.
2. Se recomienda tener en cuenta las condiciones adecuadas de fabricación del prefabricado, pues al contener poca agua de amasado, si fuera expuesta al sol a temprana edad perjudicaría la evolución de la resistencia.
3. Es muy importante realizar el análisis de los agregados y tener conocimiento de sus características físicas y mecánicas para poder llevar a cabo un buen diseño de mezcla.
4. Para que los bloques adquieran una buena resistencia, se recomienda que estén constantemente humedecidos por los menos durante 7 días.
5. Se recomienda un proceso de selección óptimo, para la obtención de los agregados de las canteras de Chiguata.
6. Se recomienda controlar la duración del vibrado, ya que una de las causas de rotura se debe a que la bloqueta no está suficientemente consolidada, es decir la vibración ha sido de poca duración.

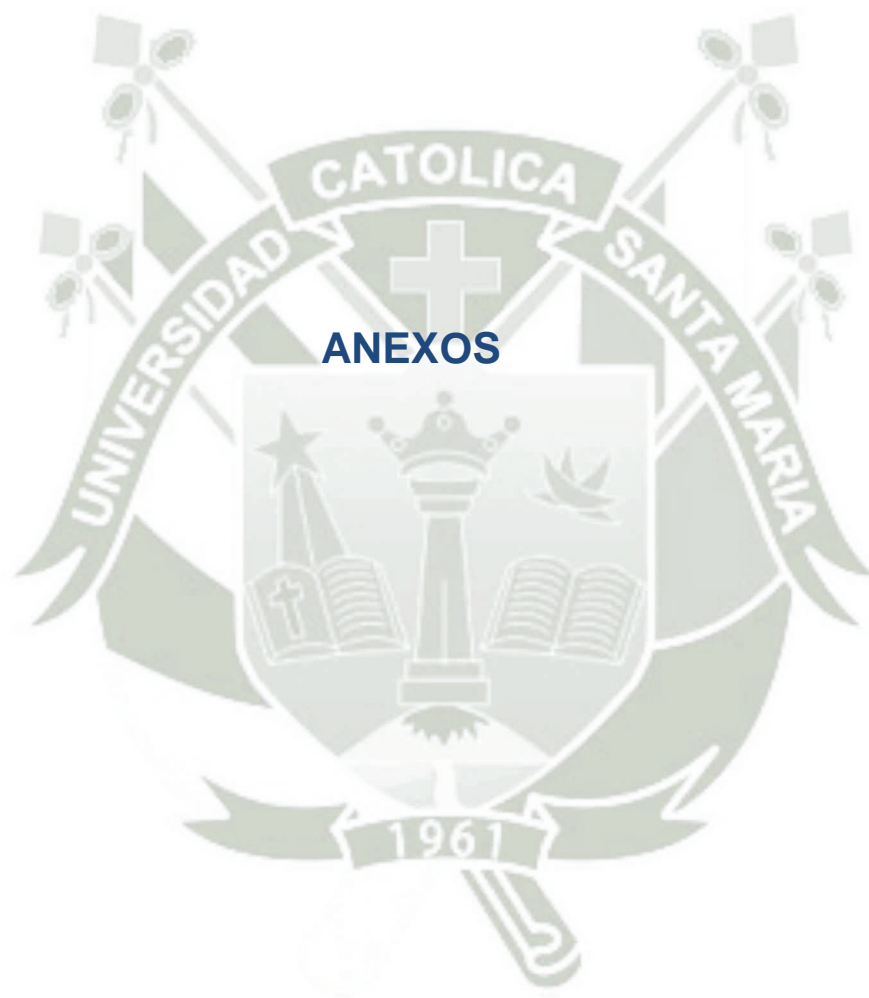
7. Se recomienda verificar la resistencia a la compresión, absorción, dimensiones, permeabilidad de los bloques vibrocompactados, de acuerdo a lo establecido en la correspondientes normas de ensayos.

8. Se recomienda realizar un concreto con resistencia al fuego, empleando la diatomita.



BIBLIOGRAFÍA

- **Enrique Riva L.** *La naturaleza del concreto y materiales*, Primera Edición Año 2000
- **Enrique Pasquel C.** *Tópicos de Concreto*, Colección del Ingeniero Civil, Año 1993
- **Juan Harman I.** *Diseño de Mezclas de Agregados, diseño de mezclas de concreto y concreto en obra*, Capítulo Peruano ACI Perú, Año 2000.
- **Colegio Oficial de Aparelladores** “Hormigón ligero”- Abril 2012
- **Enrique Riva L.** *Materiales para concreto fondo editorial ICG*, Primera Edición Año 2000.
- **NORMA TECNICA E.070 – ALBAÑILERÍA** (2006)
- **NTP 399.600:2010 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.** Bloques de concreto para uso no estructurales.
- **NTP 399.602:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.** Bloque de concreto para uso estructural.
- **Alejandra Díaz Valdivieso; José Ramírez Carrión** “*Estudio Geológico – Económico de Rocas y Minerales industriales de Arequipa y alrededores*”.
- **Rosaura Vásquez A.** Cementos Pacasmayo S.A.A.
- **NTP 399.604:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERIA.** Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
- **Normas ASTM (American Society for Testing and Materials)**
- **CAPECO, Costos y Presupuestos en Edificaciones**, Lima Perú.



1. ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS

- Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con una relación a/c 0.85

| Combinaciones | Combinacion Canteras | Relacion a/c 0.85 | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|
| | | 3 Dias | | | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 28 Dias | | |
| | | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 2380 | 88.26 | 26.97 | 3570 | 85.31 | 41.85 | 2900 | 86.01 | 33.72 | 3560 | 84.78 | 41.99 |
| | | 1680 | 87.05 | 19.30 | 2210 | 85.51 | 25.84 | 2880 | 86.95 | 33.12 | 3010 | 85.88 | 35.05 |
| | | 2870 | 86.47 | 33.19 | 2770 | 85.32 | 32.47 | 3100 | 87.58 | 35.40 | 4000 | 88.74 | 45.08 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 2200 | 87.41 | 25.17 | 2420 | 86.86 | 27.86 | 3120 | 85.33 | 36.56 | 3980 | 84.69 | 47.00 |
| | | 3070 | 90.15 | 34.05 | 2980 | 88.32 | 33.74 | 2950 | 83.30 | 35.42 | 2930 | 87.58 | 33.46 |
| | | 2460 | 87.74 | 28.04 | 2240 | 86.71 | 25.83 | 3200 | 84.71 | 37.78 | 3930 | 85.47 | 45.98 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 2260 | 85.79 | 26.34 | 1700 | 86.60 | 19.63 | 3190 | 84.41 | 37.79 | 3720 | 87.83 | 42.36 |
| | | 1480 | 86.73 | 17.06 | 3300 | 85.33 | 38.67 | 3150 | 86.03 | 36.62 | 4530 | 87.15 | 51.98 |
| | | 2580 | 88.65 | 29.10 | 1960 | 85.79 | 22.85 | 3100 | 85.45 | 36.28 | 3480 | 87.03 | 39.99 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 1800 | 89.93 | 20.02 | 2750 | 86.51 | 31.79 | 3120 | 86.35 | 36.13 | 3610 | 88.13 | 40.96 |
| | | 1480 | 84.95 | 17.42 | 3490 | 85.55 | 40.79 | 3270 | 87.29 | 37.46 | 2900 | 83.24 | 34.84 |
| | | 2460 | 87.95 | 27.97 | 2520 | 86.96 | 28.98 | 3280 | 89.21 | 36.77 | 2770 | 84.20 | 32.90 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 2180 | 86.97 | 25.07 | 3150 | 85.75 | 36.73 | 3320 | 84.29 | 39.39 | 3860 | 85.90 | 44.94 |
| | | 1420 | 86.64 | 16.39 | 2610 | 87.56 | 29.81 | 3220 | 85.95 | 37.46 | 2680 | 89.59 | 29.91 |
| | | 1710 | 87.58 | 19.53 | 4100 | 85.55 | 47.93 | 3290 | 86.41 | 38.07 | 3900 | 88.22 | 44.21 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 2400 | 89.50 | 26.82 | 4260 | 86.96 | 48.99 | 3300 | 85.35 | 38.66 | 4000 | 85.44 | 46.82 |
| | | 2550 | 84.58 | 30.15 | 3160 | 85.75 | 36.85 | 3560 | 86.49 | 41.16 | 3090 | 87.70 | 35.23 |
| | | 1740 | 86.63 | 20.09 | 2700 | 85.33 | 31.64 | 3580 | 86.57 | 41.35 | 3970 | 87.53 | 45.36 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 1660 | 87.09 | 19.06 | 2870 | 85.79 | 33.45 | 2670 | 87.51 | 30.51 | 3370 | 88.68 | 38.00 |
| | | 1120 | 86.03 | 13.02 | 2000 | 86.90 | 23.01 | 2770 | 85.92 | 32.24 | 4390 | 84.41 | 52.01 |
| | | 1320 | 86.08 | 15.33 | 3160 | 88.50 | 35.71 | 2890 | 86.69 | 33.34 | 3090 | 83.65 | 36.94 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 2200 | 86.80 | 25.35 | 2570 | 86.20 | 29.81 | 3030 | 85.74 | 35.34 | 4370 | 87.34 | 50.03 |
| | | 1370 | 85.88 | 15.95 | 3430 | 86.17 | 39.81 | 3070 | 85.21 | 36.03 | 3040 | 85.97 | 35.36 |
| | | 1820 | 86.53 | 21.03 | 2200 | 86.49 | 25.44 | 3040 | 85.04 | 35.75 | 4210 | 86.49 | 48.68 |

▪ Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con una relación a/c 0.80

| Combinaciones | Combinacion Canteras | Relacion a/c 0.80 | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|
| | | 3 Dias | | | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 28 Dias | | |
| | | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 2540 | 87.37 | 29.07 | 3940 | 86.78 | 45.40 | 3430 | 88.49 | 38.76 | 4500 | 88.20 | 51.02 |
| | | 1840 | 86.42 | 21.29 | 2560 | 86.86 | 29.47 | 3320 | 86.88 | 38.21 | 3870 | 87.65 | 44.15 |
| | | 3000 | 85.89 | 34.93 | 3170 | 87.80 | 36.10 | 3500 | 86.77 | 40.34 | 4710 | 86.94 | 54.17 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 2340 | 86.03 | 27.20 | 2800 | 88.43 | 31.66 | 3630 | 87.54 | 41.47 | 4840 | 86.29 | 56.09 |
| | | 3070 | 85.10 | 36.08 | 3250 | 87.22 | 37.26 | 3500 | 86.59 | 40.42 | 3650 | 85.91 | 42.49 |
| | | 2650 | 88.20 | 30.05 | 2550 | 86.97 | 29.32 | 3580 | 83.73 | 42.76 | 4810 | 87.36 | 55.06 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 2440 | 86.20 | 28.31 | 2010 | 85.91 | 23.40 | 3660 | 85.35 | 42.88 | 4540 | 88.27 | 51.43 |
| | | 1700 | 88.74 | 19.16 | 3700 | 87.12 | 42.47 | 3520 | 84.77 | 41.52 | 5350 | 89.31 | 59.90 |
| | | 2700 | 86.95 | 31.05 | 2300 | 86.93 | 26.46 | 3550 | 85.23 | 41.65 | 4230 | 86.26 | 49.04 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 1920 | 87.25 | 22.01 | 3050 | 86.35 | 35.32 | 3410 | 82.95 | 41.11 | 4370 | 87.23 | 50.10 |
| | | 1570 | 81.35 | 19.30 | 3870 | 87.29 | 44.33 | 3550 | 83.70 | 42.41 | 3900 | 88.23 | 44.20 |
| | | 2590 | 86.56 | 29.92 | 2900 | 89.21 | 32.51 | 3570 | 85.65 | 41.68 | 3760 | 89.46 | 42.03 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 2360 | 87.24 | 27.05 | 3400 | 84.29 | 40.34 | 3830 | 86.34 | 44.36 | 4680 | 86.41 | 54.16 |
| | | 1600 | 87.11 | 18.37 | 2870 | 85.88 | 33.42 | 3630 | 85.63 | 42.39 | 3390 | 86.92 | 39.00 |
| | | 1890 | 87.56 | 21.59 | 4240 | 82.45 | 51.43 | 3710 | 86.20 | 43.04 | 4640 | 87.39 | 53.10 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 2520 | 87.76 | 28.71 | 3480 | 85.25 | 40.82 | 350 | 85.62 | 4.09 | 4940 | 88.11 | 56.07 |
| | | 2810 | 87.57 | 32.09 | 3310 | 87.35 | 37.89 | 4000 | 86.57 | 46.21 | 4000 | 89.83 | 44.53 |
| | | 1950 | 88.20 | 22.11 | 3190 | 90.28 | 35.33 | 4050 | 87.51 | 46.28 | 4740 | 86.97 | 54.50 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 1830 | 86.59 | 21.13 | 3300 | 89.25 | 36.97 | 3130 | 88.14 | 35.51 | 4060 | 86.23 | 47.08 |
| | | 1300 | 86.48 | 15.03 | 2270 | 88.22 | 25.73 | 3200 | 85.91 | 37.25 | 5260 | 86.11 | 61.08 |
| | | 1510 | 87.25 | 17.31 | 3580 | 88.74 | 40.34 | 3300 | 86.00 | 38.37 | 4060 | 88.13 | 46.07 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 2360 | 86.30 | 27.35 | 2830 | 84.69 | 33.42 | 3500 | 86.61 | 40.41 | 5230 | 88.51 | 59.09 |
| | | 1610 | 85.77 | 18.77 | 3420 | 87.58 | 39.05 | 3560 | 86.69 | 41.07 | 3910 | 87.91 | 44.48 |
| | | 1780 | 85.91 | 20.72 | 2200 | 86.20 | 25.52 | 3570 | 87.63 | 40.74 | 5180 | 88.95 | 58.23 |

▪ Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con una relación a/c 0.75

| Combinaciones | Combinacion Canteras | Relacion a/c 0.75 | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|
| | | 3 Dias | | | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 28 Dias | | |
| | | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 2950 | 83.20 | 35.46 | 4630 | 82.60 | 56.05 | 4270 | 83.40 | 51.20 | 5680 | 82.54 | 68.82 |
| | | 2350 | 84.95 | 27.66 | 3350 | 83.56 | 40.09 | 4360 | 86.20 | 50.58 | 5280 | 85.34 | 61.87 |
| | | 3500 | 85.26 | 41.05 | 3980 | 85.26 | 46.68 | 4660 | 88.30 | 52.77 | 6280 | 87.44 | 71.82 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 2950 | 88.95 | 33.16 | 3740 | 88.95 | 42.05 | 4930 | 91.23 | 54.04 | 6670 | 90.37 | 73.81 |
| | | 3670 | 87.58 | 41.90 | 4200 | 87.58 | 47.96 | 4840 | 91.50 | 52.90 | 5450 | 90.64 | 60.13 |
| | | 3170 | 88.10 | 35.98 | 3520 | 88.10 | 39.95 | 5010 | 90.88 | 55.13 | 6550 | 90.02 | 72.76 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 3050 | 87.65 | 34.80 | 2860 | 84.05 | 34.03 | 4750 | 85.90 | 55.30 | 5880 | 85.04 | 69.14 |
| | | 2200 | 86.94 | 25.30 | 4610 | 86.94 | 53.03 | 4800 | 88.90 | 53.99 | 6930 | 88.04 | 78.71 |
| | | 3140 | 84.91 | 36.98 | 3140 | 84.91 | 36.98 | 4730 | 87.92 | 53.80 | 5800 | 87.06 | 66.62 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 2430 | 86.32 | 28.15 | 3970 | 86.32 | 45.99 | 4500 | 83.90 | 53.64 | 5600 | 83.04 | 67.44 |
| | | 2170 | 85.11 | 25.50 | 4680 | 85.11 | 54.99 | 4640 | 84.65 | 54.81 | 5180 | 83.79 | 61.82 |
| | | 3120 | 86.92 | 35.90 | 3750 | 86.92 | 43.14 | 4520 | 83.50 | 54.13 | 4930 | 82.64 | 59.66 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 2880 | 87.12 | 33.06 | 4440 | 87.12 | 50.96 | 4710 | 82.95 | 56.78 | 5890 | 82.09 | 71.75 |
| | | 2130 | 86.93 | 24.50 | 3830 | 86.93 | 44.06 | 4530 | 82.55 | 54.88 | 4640 | 81.69 | 56.80 |
| | | 2450 | 88.47 | 27.69 | 5490 | 88.47 | 62.05 | 4800 | 86.39 | 55.56 | 6050 | 85.53 | 70.74 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 2950 | 84.83 | 34.78 | 5360 | 84.83 | 63.19 | 4990 | 88.65 | 56.29 | 6450 | 87.79 | 73.47 |
| | | 3320 | 87.19 | 38.08 | 4450 | 87.19 | 51.04 | 5180 | 88.48 | 58.54 | 5440 | 87.62 | 62.09 |
| | | 2440 | 86.51 | 28.20 | 3980 | 86.51 | 46.01 | 5260 | 89.63 | 58.69 | 6400 | 88.77 | 72.10 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 2350 | 86.39 | 27.20 | 4100 | 86.39 | 47.46 | 4370 | 91.10 | 47.97 | 5840 | 90.24 | 64.72 |
| | | 1960 | 87.49 | 22.40 | 3180 | 87.49 | 36.35 | 4400 | 88.69 | 49.61 | 6920 | 87.83 | 78.79 |
| | | 2070 | 88.14 | 23.49 | 4490 | 88.14 | 50.94 | 4460 | 87.90 | 50.74 | 5550 | 87.04 | 63.76 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 2980 | 89.10 | 33.45 | 3920 | 89.10 | 44.00 | 4660 | 88.20 | 52.83 | 6700 | 87.34 | 76.71 |
| | | 2080 | 85.79 | 24.25 | 4640 | 85.79 | 54.09 | 4400 | 82.30 | 53.46 | 5060 | 81.44 | 62.13 |
| | | 2570 | 88.10 | 29.17 | 3180 | 88.10 | 36.10 | 4580 | 85.99 | 53.26 | 6450 | 85.13 | 75.77 |

▪ Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con una relación a/c 0.70

| Combinaciones | Combinacion Canteras | Relacion a/c 0.70 | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|
| | | 3 Dias | | | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 28 Dias | | |
| | | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 4290 | 82.66 | 51.90 | 6180 | 83.24 | 74.24 | 6330 | 82.45 | 76.77 | 6200 | 81.71 | 75.88 |
| | | 3790 | 84.41 | 44.90 | 4810 | 84.20 | 57.13 | 5780 | 85.25 | 67.80 | 5830 | 84.51 | 68.99 |
| | | 3870 | 83.65 | 46.26 | 5180 | 85.90 | 60.30 | 5840 | 87.35 | 66.86 | 6840 | 86.61 | 78.97 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 4490 | 87.34 | 51.41 | 5760 | 89.59 | 64.29 | 6380 | 90.28 | 70.67 | 7250 | 89.54 | 80.97 |
| | | 3640 | 85.97 | 42.34 | 4610 | 88.22 | 52.26 | 6940 | 90.55 | 76.64 | 6050 | 89.81 | 67.36 |
| | | 3490 | 86.49 | 40.35 | 5600 | 88.74 | 63.11 | 6620 | 89.93 | 73.61 | 7130 | 89.19 | 79.94 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 4040 | 87.11 | 46.38 | 5270 | 84.69 | 62.23 | 6000 | 84.95 | 70.63 | 6430 | 84.21 | 76.36 |
| | | 4400 | 85.33 | 51.56 | 4830 | 87.58 | 55.15 | 5520 | 87.95 | 62.76 | 7490 | 87.21 | 85.88 |
| | | 5030 | 83.30 | 60.38 | 6520 | 85.55 | 76.21 | 6500 | 86.97 | 74.74 | 6380 | 86.23 | 73.99 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 4360 | 84.71 | 51.47 | 5340 | 86.96 | 61.41 | 5530 | 82.95 | 66.67 | 6160 | 82.21 | 74.93 |
| | | 5080 | 83.50 | 60.84 | 4570 | 85.75 | 53.29 | 4580 | 83.70 | 54.72 | 5720 | 82.96 | 68.95 |
| | | 3950 | 85.31 | 46.30 | 5880 | 87.56 | 67.15 | 5920 | 82.55 | 71.71 | 5470 | 81.81 | 66.86 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 4170 | 85.51 | 48.77 | 4980 | 87.76 | 56.75 | 4830 | 82.00 | 58.90 | 6410 | 81.26 | 78.88 |
| | | 3500 | 85.32 | 41.02 | 5360 | 87.57 | 61.21 | 5300 | 81.60 | 64.95 | 5170 | 80.86 | 63.94 |
| | | 4630 | 86.86 | 53.30 | 4200 | 89.11 | 47.13 | 6290 | 85.44 | 73.62 | 6600 | 84.70 | 77.92 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 4440 | 83.22 | 53.35 | 5600 | 85.47 | 65.52 | 6300 | 87.70 | 71.84 | 7030 | 86.96 | 80.84 |
| | | 4140 | 85.58 | 48.38 | 4680 | 87.83 | 53.28 | 5130 | 87.53 | 58.61 | 6000 | 86.79 | 69.13 |
| | | 5300 | 84.90 | 62.43 | 5160 | 87.15 | 59.21 | 6720 | 88.68 | 75.78 | 6980 | 87.94 | 79.37 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 4380 | 84.78 | 51.66 | 5770 | 87.03 | 66.30 | 6380 | 90.15 | 70.77 | 6430 | 89.41 | 71.92 |
| | | 3460 | 85.88 | 40.29 | 4200 | 88.13 | 47.66 | 4280 | 87.74 | 48.78 | 7480 | 87.00 | 85.98 |
| | | 3660 | 86.53 | 42.30 | 4865 | 85.10 | 57.17 | 5630 | 86.95 | 64.75 | 6100 | 86.21 | 70.76 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 3820 | 87.49 | 43.66 | 4630 | 88.20 | 52.49 | 5130 | 87.25 | 58.80 | 7260 | 86.51 | 83.92 |
| | | 4900 | 84.18 | 58.21 | 4930 | 86.20 | 57.19 | 5590 | 81.35 | 68.72 | 5590 | 80.61 | 69.35 |
| | | 4990 | 86.49 | 57.69 | 5250 | 88.74 | 59.16 | 6190 | 85.04 | 72.79 | 6990 | 84.30 | 82.92 |

▪ Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con una relación a/c 0.65

| Combinaciones | Combinacion Canteras | Relacion a/c 0.65 | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|
| | | 3 Dias | | | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 21 Dias | | |
| | | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 6490 | 87.64 | 74.05 | 7200 | 88.32 | 81.52 | 7870 | 87.93 | 89.50 | 8250 | 88.20 | 93.54 |
| | | 7290 | 86.03 | 84.74 | 7930 | 86.71 | 91.45 | 8320 | 86.32 | 96.39 | 8520 | 86.59 | 98.39 |
| | | 5910 | 85.92 | 68.78 | 5850 | 86.60 | 67.55 | 6850 | 86.21 | 79.46 | 7040 | 86.48 | 81.41 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 6300 | 86.69 | 72.67 | 6690 | 87.37 | 76.57 | 7160 | 86.98 | 82.32 | 8410 | 87.25 | 96.39 |
| | | 4870 | 85.74 | 56.80 | 5730 | 86.42 | 66.30 | 7270 | 86.03 | 84.51 | 7720 | 86.30 | 89.46 |
| | | 5770 | 85.21 | 67.72 | 7250 | 85.89 | 84.41 | 6190 | 85.50 | 72.40 | 7850 | 85.77 | 91.52 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 5700 | 85.35 | 66.78 | 7000 | 86.03 | 81.37 | 7060 | 85.64 | 82.44 | 9000 | 85.91 | 104.76 |
| | | 6550 | 85.32 | 76.77 | 6740 | 86.00 | 78.37 | 8250 | 85.61 | 96.37 | 7770 | 85.88 | 90.48 |
| | | 6240 | 85.93 | 72.62 | 6280 | 86.61 | 72.51 | 8030 | 86.22 | 93.13 | 8700 | 86.49 | 100.59 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 5130 | 86.01 | 59.64 | 5140 | 86.69 | 59.29 | 7540 | 86.30 | 87.37 | 8120 | 86.57 | 93.80 |
| | | 6100 | 86.95 | 70.16 | 7030 | 87.63 | 80.22 | 6660 | 87.24 | 76.34 | 8790 | 87.51 | 100.45 |
| | | 5340 | 87.58 | 60.97 | 6040 | 88.26 | 68.43 | 7080 | 87.87 | 80.57 | 7350 | 88.14 | 83.39 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 5940 | 86.37 | 68.77 | 7450 | 87.05 | 85.58 | 7200 | 86.66 | 83.08 | 9170 | 86.93 | 105.49 |
| | | 6430 | 85.79 | 74.95 | 6850 | 86.47 | 79.22 | 8200 | 86.08 | 95.26 | 9030 | 86.35 | 104.57 |
| | | 5640 | 86.73 | 65.03 | 6520 | 87.41 | 74.59 | 7550 | 87.02 | 86.76 | 7470 | 87.29 | 85.58 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 5020 | 88.65 | 56.63 | 5230 | 89.33 | 58.55 | 7770 | 88.94 | 87.36 | 9230 | 89.21 | 103.46 |
| | | 6000 | 83.73 | 71.66 | 6370 | 84.41 | 75.46 | 7750 | 84.02 | 92.24 | 7270 | 84.29 | 86.25 |
| | | 5870 | 85.35 | 68.78 | 5710 | 86.03 | 66.37 | 6040 | 85.64 | 70.53 | 7770 | 85.91 | 90.44 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 4970 | 84.77 | 58.63 | 5260 | 85.45 | 61.56 | 7200 | 85.06 | 84.65 | 8950 | 85.33 | 104.89 |
| | | 4580 | 85.23 | 53.74 | 5710 | 85.91 | 66.46 | 6200 | 85.52 | 72.50 | 8280 | 85.79 | 96.51 |
| | | 4020 | 85.95 | 46.77 | 4450 | 86.63 | 51.37 | 6930 | 86.24 | 80.36 | 7480 | 86.51 | 86.46 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 4390 | 86.41 | 50.80 | 5180 | 87.09 | 59.48 | 8000 | 86.70 | 92.27 | 9600 | 86.97 | 110.38 |
| | | 5530 | 85.35 | 64.79 | 6750 | 86.03 | 78.46 | 7240 | 85.64 | 84.54 | 8370 | 85.91 | 97.43 |
| | | 4920 | 86.56 | 56.84 | 6350 | 87.24 | 72.79 | 7660 | 86.85 | 88.20 | 8910 | 87.12 | 102.27 |

▪ Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con una relación a/c 0.60

| Combinaciones | Combinacion Canteras | Relacion a/c 0.60 | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|
| | | 3 Dias | | | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 21 Dias | | |
| | | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 8130 | 89.97 | 90.36 | 8570 | 89.56 | 95.69 | 9650 | 88.61 | 108.90 | 10340 | 88.49 | 116.85 |
| | | 8920 | 88.36 | 100.95 | 9300 | 87.95 | 105.74 | 10050 | 87.00 | 115.52 | 10580 | 86.88 | 121.78 |
| | | 7510 | 88.25 | 85.10 | 7180 | 87.84 | 81.74 | 8600 | 86.89 | 98.98 | 9200 | 86.77 | 106.03 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 7930 | 89.02 | 89.08 | 8040 | 88.61 | 90.73 | 8920 | 87.66 | 101.76 | 10490 | 87.54 | 119.83 |
| | | 6440 | 88.07 | 73.12 | 7060 | 87.66 | 80.54 | 9020 | 86.71 | 104.02 | 9780 | 86.59 | 112.95 |
| | | 7350 | 87.54 | 83.96 | 8600 | 87.13 | 98.70 | 7920 | 86.18 | 91.90 | 9880 | 86.06 | 114.80 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 7280 | 87.68 | 83.03 | 8350 | 87.27 | 95.68 | 8800 | 86.32 | 101.95 | 11100 | 86.20 | 128.77 |
| | | 8730 | 87.65 | 99.60 | 8080 | 87.24 | 92.62 | 9990 | 86.29 | 115.77 | 9850 | 86.17 | 114.31 |
| | | 7850 | 88.26 | 88.94 | 7620 | 87.85 | 86.74 | 9790 | 86.90 | 112.66 | 10760 | 86.78 | 123.99 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 6720 | 88.34 | 76.07 | 6460 | 87.93 | 73.47 | 9300 | 86.98 | 106.92 | 10180 | 86.86 | 117.20 |
| | | 7740 | 89.28 | 86.69 | 8400 | 88.87 | 94.52 | 8450 | 87.92 | 96.11 | 10870 | 87.80 | 123.80 |
| | | 7000 | 89.91 | 77.86 | 7390 | 89.50 | 82.57 | 8850 | 88.55 | 99.94 | 9540 | 88.43 | 107.88 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 7550 | 88.70 | 85.12 | 8600 | 88.29 | 97.41 | 8960 | 87.34 | 102.59 | 11220 | 87.22 | 128.64 |
| | | 8040 | 88.12 | 91.24 | 8200 | 87.71 | 93.49 | 9960 | 86.76 | 114.80 | 11100 | 86.64 | 128.12 |
| | | 7240 | 89.06 | 81.29 | 8110 | 88.65 | 91.48 | 9310 | 87.70 | 106.16 | 9540 | 87.58 | 108.93 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 6630 | 90.98 | 72.87 | 6600 | 90.57 | 72.87 | 9580 | 89.62 | 106.90 | 11360 | 89.50 | 126.93 |
| | | 7570 | 86.06 | 87.96 | 7670 | 85.65 | 89.55 | 9470 | 84.70 | 111.81 | 9360 | 84.58 | 110.66 |
| | | 7450 | 87.68 | 84.97 | 7030 | 87.27 | 80.55 | 7770 | 86.32 | 90.01 | 9820 | 86.20 | 113.92 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 6530 | 87.10 | 74.97 | 6570 | 86.69 | 75.79 | 8930 | 85.74 | 104.15 | 10990 | 85.62 | 128.36 |
| | | 6130 | 87.56 | 70.01 | 7030 | 87.15 | 80.67 | 7920 | 86.20 | 91.88 | 10320 | 86.08 | 119.89 |
| | | 5570 | 88.28 | 63.09 | 6770 | 87.87 | 77.05 | 8680 | 86.92 | 99.86 | 9540 | 86.80 | 109.91 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 5950 | 88.74 | 67.05 | 6510 | 88.33 | 73.70 | 9760 | 87.38 | 111.70 | 11680 | 87.26 | 133.85 |
| | | 7100 | 87.68 | 80.98 | 8090 | 87.27 | 92.70 | 8970 | 86.32 | 103.92 | 10420 | 86.20 | 120.88 |
| | | 6490 | 88.89 | 73.01 | 7670 | 88.48 | 86.69 | 9420 | 87.53 | 107.62 | 11000 | 87.41 | 125.84 |

2. ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS BLOQUETAS

- Resistencia a la compresión del diseño seleccionado con una relación a/c 0.75 para un $f'c=50\text{kg/cm}^2$

| Combinaciones | Combinacion Canteras | Relacion a/c 0.75 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | | 3 Dias | | | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 28 Dias | | |
| | | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 13260 | 347.67 | 38.14 | 20800 | 345.11 | 60.27 | 20820 | 346.19 | 60.14 | 26760 | 354.58 | 75.47 |
| | | 10500 | 345.85 | 30.36 | 15320 | 346.06 | 44.27 | 23230 | 340.92 | 68.14 | 27440 | 342.40 | 80.14 |
| | | 15140 | 342.15 | 44.25 | 17860 | 351.23 | 50.85 | 18780 | 346.05 | 54.27 | 23560 | 345.20 | 68.25 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 12500 | 344.83 | 36.25 | 16050 | 347.03 | 46.25 | 22800 | 344.20 | 66.24 | 23900 | 344.13 | 69.45 |
| | | 14700 | 325.80 | 45.12 | 18050 | 346.25 | 52.13 | 20250 | 347.34 | 58.30 | 25880 | 349.16 | 74.12 |
| | | 13460 | 343.89 | 39.14 | 15420 | 349.11 | 44.17 | 23880 | 352.00 | 67.84 | 26440 | 340.63 | 77.62 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 12840 | 342.95 | 37.44 | 13280 | 347.28 | 38.24 | 25640 | 354.09 | 72.41 | 29780 | 341.75 | 87.14 |
| | | 9830 | 347.96 | 28.25 | 19530 | 341.19 | 57.24 | 22230 | 346.21 | 64.21 | 21950 | 341.63 | 64.25 |
| | | 14050 | 349.94 | 40.15 | 14200 | 344.66 | 41.20 | 22960 | 347.14 | 66.14 | 26750 | 346.77 | 77.14 |
| | 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 10940 | 351.20 | 31.15 | 17500 | 348.88 | 50.16 | 22920 | 346.07 | 66.23 | 24690 | 342.16 |
| 9820 | | | 345.17 | 28.45 | 20410 | 345.11 | 59.14 | 18750 | 340.04 | 55.14 | 22990 | 347.54 | 66.15 |
| 13600 | | | 348.27 | 39.05 | 16370 | 346.24 | 47.28 | 19740 | 341.29 | 57.84 | 24500 | 349.20 | 70.16 |
| Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | | 12600 | 348.16 | 36.19 | 19230 | 348.62 | 55.16 | 17280 | 348.67 | 49.56 | 23500 | 350.01 | 67.14 |
| | | 9450 | 342.89 | 27.56 | 16760 | 347.07 | 48.29 | 22270 | 346.08 | 64.35 | 26870 | 351.15 | 76.52 |
| | | 10460 | 340.83 | 30.69 | 23260 | 351.15 | 66.24 | 23000 | 347.75 | 66.14 | 27430 | 345.38 | 79.42 |
| Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | | 13040 | 344.15 | 37.89 | 23060 | 342.04 | 67.42 | 24560 | 350.16 | 70.14 | 27340 | 343.99 | 79.48 |
| | | 14200 | 344.08 | 41.27 | 19160 | 346.85 | 55.24 | 19850 | 352.70 | 56.28 | 20900 | 347.46 | 60.15 |
| | | 10790 | 345.17 | 31.26 | 17340 | 345.84 | 50.14 | 22700 | 343.21 | 66.14 | 24650 | 346.45 | 71.15 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 10530 | 348.79 | 30.19 | 17960 | 346.25 | 51.87 | 20740 | 343.72 | 60.34 | 28370 | 344.09 |
| | 8250 | | 341.47 | 24.16 | 13870 | 341.96 | 40.56 | 24230 | 344.13 | 70.41 | 24670 | 346.25 | 71.25 |
| | 9130 | | 344.66 | 26.49 | 19270 | 349.22 | 55.18 | 23700 | 346.74 | 68.35 | 27000 | 349.92 | 77.16 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 12760 | 349.78 | 36.48 | 16470 | 342.06 | 48.15 | 22780 | 349.17 | 65.24 | 27200 | 351.15 | 77.46 |
| | | 9530 | 350.88 | 27.16 | 20010 | 343.58 | 58.24 | 24200 | 350.01 | 69.14 | 24150 | 344.26 | 70.15 |
| | | 11320 | 352.10 | 32.15 | 13840 | 343.26 | 40.32 | 21150 | 351.50 | 60.17 | 24200 | 339.94 | 71.19 |

- Resistencia a la compresión del diseño seleccionado con una relación a/c 0.70 para un $f'c=65\text{kg/cm}^2$

| Combinaciones | Combinacion Canteras | Relacion a/c 0.70 | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | | 3 Dias | | | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 21 Dias | | |
| | | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Arena Chiguata - Diatomita | 19500 | 350.22 | 55.68 | 26670 | 345.24 | 77.25 | 28000 | 348.78 | 80.28 | 27300 | 344.44 | 79.26 |
| | | 17000 | 348.79 | 48.74 | 21030 | 349.68 | 60.14 | 24800 | 348.07 | 71.25 | 24800 | 342.78 | 72.35 |
| | | 17400 | 347.17 | 50.12 | 21750 | 344.09 | 63.21 | 24350 | 346.13 | 70.35 | 28300 | 343.78 | 82.32 |
| | Piedra Chiguata - Arena Poderosa - Diatomita | 18980 | 343.97 | 55.18 | 22870 | 340.12 | 67.24 | 25500 | 343.85 | 74.16 | 29400 | 348.92 | 84.26 |
| | | 15960 | 345.23 | 46.23 | 18920 | 342.57 | 55.23 | 27500 | 343.06 | 80.16 | 24700 | 349.71 | 70.63 |
| | | 15400 | 348.81 | 44.15 | 22490 | 340.14 | 66.12 | 26550 | 344.09 | 77.16 | 28900 | 347.19 | 83.24 |
| | Piedra Poderosa - Arena Poderosa - Diatomita | 17590 | 350.19 | 50.23 | 22480 | 344.57 | 65.24 | 25880 | 348.74 | 74.21 | 27400 | 344.13 | 79.62 |
| | | 19300 | 347.94 | 55.47 | 20200 | 347.56 | 58.12 | 22900 | 345.30 | 66.32 | 30080 | 337.18 | 89.21 |
| | | 22300 | 346.97 | 64.27 | 27300 | 344.52 | 79.24 | 27100 | 346.77 | 78.15 | 27000 | 349.47 | 77.26 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Chiguata - Diatomita | 19000 | 343.46 | 55.32 | 22240 | 346.20 | 64.24 | 24400 | 347.43 | 70.23 | 26850 | 343.09 | 78.26 |
| | | 22300 | 344.62 | 64.71 | 19560 | 347.80 | 56.24 | 20070 | 344.49 | 58.26 | 24700 | 341.54 | 72.32 |
| | | 17450 | 348.03 | 50.14 | 24210 | 345.26 | 70.12 | 25620 | 340.56 | 75.23 | 24100 | 343.70 | 70.12 |
| | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 18230 | 346.38 | 52.63 | 20570 | 344.67 | 59.68 | 21400 | 343.39 | 62.32 | 28100 | 341.60 | 82.26 |
| | | 15440 | 344.11 | 44.87 | 21930 | 341.27 | 64.26 | 23600 | 344.68 | 68.47 | 22900 | 340.62 | 67.23 |
| | | 19980 | 349.24 | 57.21 | 17480 | 348.62 | 50.14 | 26500 | 343.62 | 77.12 | 27900 | 343.47 | 81.23 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Arena Poderosa - Diatomita | 19700 | 344.77 | 57.14 | 23570 | 344.14 | 68.49 | 26000 | 345.47 | 75.26 | 28630 | 340.19 | 84.16 |
| | | 17800 | 340.74 | 52.24 | 19300 | 343.17 | 56.24 | 21550 | 346.74 | 62.15 | 24700 | 340.41 | 72.56 |
| | | 22700 | 343.21 | 66.14 | 21400 | 344.33 | 62.15 | 27500 | 346.96 | 79.26 | 28370 | 343.26 | 82.65 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - Piedra Pomez - Diatomita | 19090 | 344.08 | 55.48 | 24200 | 349.51 | 69.24 | 25880 | 348.51 | 74.26 | 25900 | 344.14 | 75.26 |
| | | 15280 | 346.17 | 44.14 | 17600 | 347.55 | 50.64 | 18200 | 347.86 | 52.32 | 30900 | 345.95 | 89.32 |
| | | 15970 | 346.27 | 46.12 | 20700 | 344.25 | 60.13 | 23700 | 347.20 | 68.26 | 25500 | 343.62 | 74.21 |
| | Piedra Poderosa - Piedra Pomez - Diatomita | 16500 | 347.22 | 47.52 | 19300 | 347.87 | 55.48 | 21600 | 346.43 | 62.35 | 30210 | 346.25 | 87.25 |
| | | 21450 | 345.19 | 62.14 | 20800 | 345.80 | 60.15 | 25000 | 346.50 | 72.15 | 25080 | 345.22 | 72.65 |
| | | 17590 | 344.10 | 51.12 | 21600 | 347.66 | 62.13 | 26300 | 345.01 | 76.23 | 29700 | 344.11 | 86.31 |

- Resistencia a la compresión del diseño seleccionado con una relación a/c 0.65 para un $f'c=85\text{kg/cm}^2$

| Combinaciones | Combinacion Canteras | Relacion a/c 0.65 | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | | 3 Dias | | | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 21 Dias | | |
| | | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 | Carga | Area | Kg/cm2 |
| 1er Comb. 100% Piedra 3/8" + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - | 26800 | 345.41 | 77.59 | 29400 | 344.83 | 85.26 | 31100 | 340.78 | 91.26 | 33900 | 345.00 | 98.26 |
| | Arena Chiguata - | 30300 | 343.42 | 88.23 | 32800 | 344.50 | 95.21 | 33600 | 342.12 | 98.21 | 35500 | 343.86 | 103.24 |
| | Diatomita | 24900 | 344.16 | 72.35 | 24550 | 344.51 | 71.26 | 27800 | 342.11 | 81.26 | 29500 | 342.11 | 86.23 |
| | Piedra Chiguata - | 26390 | 346.19 | 76.23 | 27900 | 347.58 | 80.27 | 28950 | 344.15 | 84.12 | 35000 | 345.75 | 101.23 |
| | Arena Poderosa - | 20770 | 344.16 | 60.35 | 24300 | 346.85 | 70.06 | 29700 | 343.99 | 86.34 | 32500 | 344.79 | 94.26 |
| | Diatomita | 24400 | 342.94 | 71.15 | 30500 | 345.84 | 88.19 | 25600 | 344.87 | 74.23 | 33100 | 343.97 | 96.23 |
| | Piedra Poderosa - | 24200 | 344.43 | 70.26 | 29330 | 344.41 | 85.16 | 28750 | 341.20 | 84.26 | 38200 | 346.55 | 110.23 |
| | Arena Poderosa - | 30000 | 345.50 | 86.83 | 28190 | 343.24 | 82.13 | 33480 | 341.08 | 98.16 | 32800 | 344.50 | 95.21 |
| | Diatomita | 26200 | 343.92 | 76.18 | 26550 | 348.11 | 76.27 | 33200 | 349.40 | 95.02 | 36370 | 345.26 | 105.34 |
| 2da. Comb. 70% Piedra 3/8" + 30% Piedra Pomez + 70% Arena + 30% Diatomita | Piedra Chiguata - | 22110 | 349.56 | 63.25 | 21800 | 345.76 | 63.05 | 31100 | 348.50 | 89.24 | 34400 | 349.03 | 98.56 |
| | Piedra Pomez - Arena | 25600 | 346.46 | 73.89 | 29100 | 346.35 | 84.02 | 26900 | 344.34 | 78.12 | 36200 | 344.17 | 105.18 |
| | Chiguata - Diatomita | 22600 | 347.59 | 65.02 | 24900 | 345.07 | 72.16 | 28400 | 344.91 | 82.34 | 30330 | 344.11 | 88.14 |
| | Piedra Chiguata- | 24750 | 342.28 | 72.31 | 30800 | 345.14 | 89.24 | 29200 | 343.73 | 84.95 | 38400 | 348.33 | 110.24 |
| | Piedra Pomez - Arena | 26700 | 340.30 | 78.46 | 28300 | 340.92 | 83.01 | 33500 | 344.83 | 97.15 | 37850 | 346.23 | 109.32 |
| | Poderosa - Diatomita | 23500 | 343.02 | 68.51 | 26900 | 343.38 | 78.34 | 30680 | 346.28 | 88.60 | 31160 | 345.26 | 90.25 |
| | Piedra Poderosa - | 20800 | 345.86 | 60.14 | 21500 | 344.88 | 62.34 | 30550 | 342.26 | 89.26 | 37060 | 342.32 | 108.26 |
| | Piedra Pomez - Arena | 25920 | 344.50 | 75.24 | 27200 | 343.39 | 79.21 | 32400 | 344.24 | 94.12 | 31400 | 344.87 | 91.05 |
| | Poderosa - Diatomita | 24970 | 345.61 | 72.25 | 24200 | 344.98 | 70.15 | 25000 | 345.59 | 72.34 | 32850 | 344.95 | 95.23 |
| 3er. Comb 100% Piedra 3/8" + 40% Piedra Pomez + 60% Diatomita | Piedra Chiguata - | 21600 | 347.55 | 62.15 | 22600 | 346.25 | 65.27 | 29960 | 346.48 | 86.47 | 37900 | 345.65 | 109.65 |
| | Piedra Pomez - | 20000 | 349.28 | 57.26 | 24170 | 344.15 | 70.23 | 25500 | 343.39 | 74.26 | 34850 | 344.23 | 101.24 |
| | Diatomita | 17450 | 347.06 | 50.28 | 19080 | 346.15 | 55.12 | 28500 | 346.55 | 82.24 | 31400 | 344.15 | 91.24 |
| | Piedra Poderosa - | 18700 | 344.83 | 54.23 | 21700 | 343.14 | 63.24 | 32400 | 344.24 | 94.12 | 40280 | 349.56 | 115.23 |
| | Piedra Pomez - | 23470 | 343.93 | 68.24 | 28300 | 344.49 | 82.15 | 29740 | 344.61 | 86.30 | 35200 | 344.29 | 102.24 |
| | Diatomita | 20800 | 345.29 | 60.24 | 26700 | 350.26 | 76.23 | 30700 | 340.96 | 90.04 | 36640 | 341.70 | 107.23 |



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Ing. Fernando Garnica Cuba**, Encargado del Laboratorio de Suelos y Concreto del Programa Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

que el señor Bachiller en Ingeniería Civil **ALDO ALEJANDRO URDAY OCHOA**, identificado con Código N° 2005801721, ha realizado los ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos para complementar su trabajo de Tesis para optar el título de Ingeniero Civil titulado: **“USO DE LA DIATOMITA PARA LA ELABORACION DE BLOQUETAS ARTESANALES DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”**.

Los ensayos que han sido elaborados entre el 14/09/2015 y el 05/11/2015 fueron los siguientes:

- 06 Ensayos de Contenido de Humedad
- 06 Análisis Granulométrico por Tamizado
- 06 Ensayos de Peso Específico de Agregados
- 06 Ensayos de Peso Unitario de Agregados (Suelto y Varillado)
- 610 Elaboración de Probetas de Concreto
- 572 Ensayos de Resistencia a la Compresión Probetas de Concreto
- 324 Ensayos de Resistencia a la Compresión Bloquetas de Concreto
- 32 Ensayos de Resistencia a la Compresión Pilas de Bloquetas de Concreto
- 72 Ensayos de Absorción de Probetas de Concreto

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Arequipa, 25 de noviembre del 2015



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ING. FERNANDO GARNICA CUBA
Encargado Laboratorio de Suelos y Concreto



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO - ASESORIA Y
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

Calle Palomar 107 Lote B - 3B - Cercado/Teléf: 214163 / RPM : *414995 / RPC : 956781874 / laboratorio@rcflaboratorio.com

INFORME DE ENSAYO

IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO

MTC E 213-2000

| CODIGO DE INFORME |
|-------------------|
|-------------------|

| |
|----------------------------|
| AM 261 / MS / 11-2015/ RCF |
|----------------------------|

Página : 1 de 1
F. Emisión: 07/11/2015

OBRA : TESIS
LOCALIZACION : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA - AREQUIPA
MATERIAL : TIERRA DIATOMEA
CANTERA : CHIGUATA - LA BEDOLLA
SOLICITA : ALDO URDAY OCHOA

RESULTADO: ANÁLISIS POR EL PROCEDIMIENTO STANDAR

Al final del periodo de reposo, se comparó el color del líquido que sobrenada con el vidrio patrón y al color del líquido de la muestra fue de color más claro que el de referencia del color patrón.

Se concluye que la muestra NO contiene Impurezas Orgánicas.

Como referencia según el método alternativo, se ha realizado el ensayo de impurezas orgánicas, en la muestra dada comparando con una placa orgánica de colores; el color de la muestra de arena equivale al color de la placa orgánica N°1.

NOTA: El material fue depositado en el laboratorio e identificado por el solicitante.



ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
C#- 29879

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José SIN Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 362036 ANEXO 1166
✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
N° DE INFORME: ANA20K15.001993


| | |
|-----------------------------|--------------------------|
| Nombre del Cliente | : ALDO URDAY OCHOA |
| Dirección del Cliente | : QUINTA SAMAY L-3 CAYMA |
| RUC | : AGUA SUBTERRANEA |
| Condición del Muestreo | : POR EL CLIENTE |
| Descripción | : AGUA SUBTERRANEA |
| Tamaño de muestra | : 1000 mL |
| Fecha de Recepción | : 20/11/2015 |
| Fecha de Inicio del Ensayo | : 20/11/2015 |
| Fecha de Emisión de Informe | : 25/11/2015 |
| Página | : 1 de 1 |

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

| ANÁLISIS | RESULTADO |
|---|-----------|
| DETERMINACION DE CLORUROS (mg/L) ITINTEC 214.021.1988, Método Argentométrico | 63,46 |
| DETERMINACION DE SULFATOS (mg/L) NTP 214.023.2000, Método Turbidimétrico | 1080,00 |

OBSERVACIONES:

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL -DA


Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
CQFDA 00624
JEFE DE LABORATORIO LECC

Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad