

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE  
CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y  
SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  
EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**PERCY ARAPA MAMANI**

**WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO  
CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN  
LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN  
DE OBRAS CIVILES**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**PERCY ARAPA MAMANI**  
**WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA**  
**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO CIVIL**



**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE** : .....  
ING. JOSE LUIS CUTIPA ARAPA

**PRIMER MIEMBRO** : .....  
ING. GINO FRANK LAQUE CORDOVA

**SEGUNDO MIEMBRO** : .....  
ING. NESTOR ELOY GONZALES SUCASAIRE

**DIRECTOR DE TESIS** : .....  
ING. WALTER HUGO LIPA CONDORI

**TEMA** : CALIDAD DE LOS AGREGADOS  
**ÁREA** : CONSTRUCCIONES  
**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** CONSTRUCCIONES Y GERENCIA

**FECHA DE SUSTENTACION: 20 DE DICIEMBRE DEL 2018**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres quienes me dieron la vida mi padre Salomón Arapa Zapata y a mi madre Isabel Mamani Quispe, que son los mejores del mundo y por su gran esfuerzo y apoyo incondicional que me dieron en culminar esta etapa.*

*A mis hermanas Betty y Yeraldi por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

*De manera especial a Natali Salas, en el camino encuentras personas que iluminan tu vida, que con su apoyo alcanzas de mejor manera tus metas, a través de sus consejos, de su amor, y paciencia me ayudo a concluir esta meta.*

*¡Gracias a ustedes!*

**PERCY ARAPA MAMANI**

*Dedico esta tesis a quienes me dieron la vida a mi padre Teodoro Mamani Quispe y a mi madre Tiburcia Cairá Vilca, que son los mejores del mundo y por su gran esfuerzo y apoyo incondicional que me dieron en culminar esta etapa.*

*A mi hermano Davi Yovel, que siempre me han brindado su apoyo incondicional, doy gracias infinitas a Dios por habernos hecho hermanos.*

*A mi abuela Filomena, quien me apoyó, doy gracias infinitas a Dios.*

**WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA**

## **AGRADECIMIENTO**

*A nuestra institución, Universidad Nacional del Altiplano, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por habernos dado la oportunidad de formarnos profesionales.*

*A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por la enseñanza de sus sabios conocimientos que nos dieron en la etapa universitaria.*

*A nuestros jurados y director de tesis, Ing. José Luis Cutipa Arapa., Ing. Gino Frank Laque Córdova, Ing. Néstor Eloy Gonzales Sucasaire e Ing. Walter Hugo Lipa Condori.*

*Por las recomendaciones y correcciones brindadas a esta investigación.*

*Al Laboratorio de Construcciones de nuestra Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su constante apoyo y colaboración en la realización de este trabajo de investigación.*

*A mis amigos: Nelson Paricahua, Brayan turpo con todos los que compartí dentro y fuera de las aulas, que se convierten en amigos de vida y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.*

**PERCY & WASHINGTON WILVER**

# ÍNDICE GENERAL

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

## RESUMEN

## ABSTRACT

## CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO I.....</b>                   | <b>22</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                 | <b>22</b> |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....     | 22        |
| 1.1.1 Problema General.....              | 23        |
| 1.1.2 Problemas Específicos.....         | 23        |
| 1.2 ANTECEDENTES .....                   | 23        |
| 1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....           | 25        |
| 1.3.1 Objetivo General.....              | 25        |
| 1.3.2 Objetivos Específicos.....         | 25        |
| 1.4 HIPÓTESIS.....                       | 26        |
| 1.4.1 Hipótesis General.....             | 26        |
| 1.4.2 Hipótesis Específicas .....        | 26        |
| 1.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 26        |
| 1.5.1 Variable Independiente .....       | 26        |
| 1.5.1 Variable Dependiente.....          | 27        |
| 1.6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....   | 27        |
| 1.6.1 Tipo de Investigación.....         | 27        |
| 1.6.2 Nivel de Investigación.....        | 27        |
| 1.6.3 Método de Investigación .....      | 27        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO II .....</b>                                   | <b>29</b> |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>                         | <b>29</b> |
| 2.1 EL CONCRETO.....                                       | 29        |
| 2.2 MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO .....              | 29        |
| 2.3 CEMENTO .....  | 29        |
| 2.3.1 Cemento Portland .....                               | 29        |
| 2.3.2 Compuestos Químicos Forman al Cemento Portland ..... | 30        |
| 2.3.3 Hidratación del Cemento.....                         | 30        |
| 2.3.4 Clasificación del Cemento Portland.....              | 31        |
| 2.3.5 Ensayos del Cemento .....                            | 32        |
| 2.4 EL AGUA .....  | 33        |
| 2.5 AGREGADOS .....  | 34        |
| 2.6 CLASIFICACION .....                                    | 34        |
| 2.6.1 Agregado Fino .....                                  | 35        |
| 2.6.2 Agregado Grueso .....                                | 40        |
| 2.7 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS .....           | 47        |
| 2.7.1 Dureza .....   | 47        |
| 2.7.2 Resistencia .....                                    | 48        |
| 2.7.3 Tenacidad o Resistencia a la Falla por Impacto ..... | 48        |
| 2.7.4 Adherencia.....                                      | 49        |
| 2.8 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO.....                   | 49        |
| 2.9 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO .....              | 52        |
| 2.10 DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. ....    | 53        |
| 2.11 PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....           | 53        |
| 2.12 DISEÑO DE MEZCLAS. ....                               | 55        |

|                             |  |           |
|-----------------------------|--|-----------|
| 2.12.1                      | Método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados. ....   | 55        |
| 2.13                        | SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO .....   | 56        |
| 2.13.1                      | Calculo de Desviación Estándar .....   | 56        |
| 2.13.2                      | Calculo de la Resistencia Promedio .....   | 58        |
| <b>CAPÍTULO III</b>         | .....  | <b>60</b> |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> | .....  | <b>60</b> |
| 3.1                         | SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS PROCEDENTES DE LAS CANTERAS<br>UNOCOLLA, ISLA, YOCARA, PIEDRA AZUL DE LA CIUDAD DE JULIACA .. | 60        |
| 3.2                         | ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS<br>AGREGADOS .....   | 64        |
| 3.2.1                       | Contenido de Humedad .....   | 64        |
| 3.2.2                       | Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....  | 66        |
| 3.2.3                       | Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....  | 70        |
| 3.2.4                       | Peso Unitario .....  | 72        |
| 3.2.5                       | Análisis Granulométrico.....   | 76        |
| 3.2.6                       | Densidad del Cemento Portland IP (ASTM C 188, AASTHO T - 133).....   | 80        |
| 3.2.7                       | Ensayo de Abrasión .....   | 83        |
| 3.2.8                       | Ensayo de Colorimetría.....  | 86        |
| 3.3                         | DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO .....   | 88        |
| 3.3.1                       | Materiales Cementantes .....   | 89        |
| 3.3.2                       | Agregados.....   | 89        |
| 3.3.3                       | Agua .....   | 89        |
| 3.4                         | DISEÑO DE MEZCLA CANTERA ISLA $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$ – MÉTODO:<br>MÓDULO DE FINEZA.....                             | 89        |
| 3.5                         | DISEÑO DE MEZCLAS DE DIFERENTES CANTERAS .....   | 96        |

|   |            |
|---|------------|
| 3.6 FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS.....                              | 97         |
| 3.7 ENSAYOS REALIZADOS .....  | 127        |
| 3.7.1 Ensayos en Estado Fresco del Concreto.....                              | 127        |
| 3.7.2 Ensayo de Concreto Endurecido .....                                     | 129        |
| <b>CAPITULO IV .....</b>  | <b>133</b> |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>  | <b>133</b> |
| <b>CAPITULO V.....</b>  | <b>149</b> |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>   | <b>149</b> |
| <b>CAPITULO VI .....</b>  | <b>153</b> |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>153</b> |
| <b>CAPÍTULO VII.....</b>  | <b>155</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                       | <b>155</b> |
| <b>ANEXO A .....</b>  | <b>157</b> |
| <b>ANEXO A-1: Granulometría de Agregado Grueso Cantera Isla.....</b>          | <b>157</b> |
| <b>ANEXO A-2: Granulometría de Agregado Fino Cantera Isla .....</b>           | <b>158</b> |
| <b>ANEXO A-3: Granulometría de Agregado Global Cantera Isla.....</b>          | <b>159</b> |
| <b>ANEXO A-4: Peso Específico y Absorción de Agregados Cantera Isla .....</b> | <b>160</b> |
| <b>ANEXO A-5: Peso Unitario de Agregados Cantera Isla.....</b>                | <b>161</b> |
| <b>ANEXO A-6: Contenido de Humedad de los Agregados Cantera Isla .....</b>    | <b>162</b> |
| <b>ANEXO A-7: Desgaste por Abrasión Cantera Isla .....</b>                    | <b>163</b> |
| <b>ANEXO A-8: Granulometría de Agregado Grueso Cantera Unocolla .....</b>     | <b>164</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>ANEXO A-9: Granulometría de Agregado Fino Cantera Unocolla.....</b>  | <b>165</b> |
| <b>ANEXO A-10: Granulometría De Agregados Cantera Unocolla .....</b>  | <b>166</b> |
| <b>ANEXO A-11: Peso Específico y Absorción de Agregados Cantera Unocolla.....</b>   | <b>167</b> |
| <b>ANEXO A-12: Peso Unitario de Agregados Cantera Unocolla .....</b>  | <b>168</b> |
| <b>ANEXO A-13: Contenido de Humedad de los Agregados Cantera Unocolla .....</b>   | <b>169</b> |
| <b>ANEXO A-14: Desgaste por Abrasión Cantera Unocolla.....</b>  | <b>170</b> |
| <b>ANEXO A-15: Granulometría de Agregado Grueso Cantera Yocara.....</b>   | <b>171</b> |
| <b>ANEXO A-16: Granulometría de Agregado Fino Cantera Yocara .....</b>  | <b>172</b> |
| <b>ANEXO A-17: Granulometría de Agregado Global Cantera Yocara.....</b>   | <b>173</b> |
| <b>ANEXO A-18: Peso Específico y Absorción de Agregados Cantera Yocara .....</b>  | <b>174</b> |
| <b>ANEXO A-19: Peso Unitario de Agregados Cantera Yocar.....</b>   | <b>175</b> |
| <b>ANEXO A-20: Contenido de Humedad de los Agregados Cantera Yocar.....</b>  | <b>176</b> |
| <b>ANEXO A-21: Desgaste por Abrasión Cantera Yocar .....</b>   | <b>177</b> |
| <b>ANEXO A-22: Granulometría de Agregado Grueso Cantera Piedra Azul .....</b>   | <b>178</b> |
| <b>ANEXO A-23: Peso Específico y Absorcn de Agregados Cantera Piedra Azul.</b>   | <b>179</b> |
| <b>ANEXO A-24: Peso Unitario de Agregados Cantera Piedra Azul .....</b>   | <b>180</b> |
| <b>ANEXO A-25: Contenido de Humedad de los Agregados Cantera Piedra Azul..</b>  | <b>181</b> |
| <b>ANEXO A-26: Desgaste por Abrasión Cantera Piedra Azul.....</b>   | <b>182</b> |
| <b>ANEXO A-27: Diseno de Mezcla de Concreto Cantera Isla <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> Para Desviación Estándar .....</b> | <b>183</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>ANEXO A-28: Diseño de Mezcla de Concreto Cantera Unocolla <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math></b>     |            |
| <b>Para Desviación Estándar .....</b>   | <b>184</b> |
| <b>ANEXO A-29: Diseño de Mezcla de Concreto Cantera Yocar <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math></b>       |            |
| <b>Para Desviación Estándar .....</b>   | <b>185</b> |
| <b>ANEXO A-30: Diseno de Mezcla de Concreto Cantera Piedra Azul <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math></b> |            |
| <b>Para Desviación Estándar .....</b>   | <b>186</b> |
| <b>ANEXO A-31: Nuevos Valores Diseno de Mezcla de Concreto Cantera Isla <math>f'c = 210</math></b>         |            |
| <b><math>\text{Kg/cm}^2</math>.....</b>   | <b>187</b> |
| <b>ANEXO A-32: Nuevos Valores Diseno de Mezcla de Concreto Cantera Unocolla <math>f'c</math></b>           |            |
| <b><math>= 210 \text{ Kg/cm}^2</math> .....</b>   | <b>188</b> |
| <b>ANEXO A-33: Nuevos Valores Diseno de Mezcla de Concreto Cantera Yocar <math>f'c =</math></b>           |            |
| <b><math>210 \text{ Kg/cm}^2</math> .....</b>   | <b>189</b> |
| <b>ANEXO A-34: Nuevos Valores Diseno de Mezcla de Concreto Cantera Piedra Azul</b>                         |            |
| <b><math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math>.....</b>  | <b>190</b> |
| <b>ANEXO A-36: Análisis Físico Químico Agregado Fino Cantera Yocara .....</b>                               | <b>192</b> |
| <b>ANEXO A-37: Análisis Físico Químico Agregado Grueso Cantera Unocolla .....</b>                           | <b>193</b> |
| <b>ANEXO A-38: Análisis Físico Químico Agregado Fino Cantera Unocolla.....</b>                              | <b>194</b> |
| <b>ANEXO A-39: Análisis Físico Químico Agregado Grueso Cantera Yocara.....</b>                              | <b>195</b> |
| <b>ANEXO A-40: Análisis Físico Químico Agregado Fino Cantera Yocara .....</b>                               | <b>196</b> |
| <b>ANEXO A-41: Análisis Físico Químico Piedra Chancada Cantera Piedra Azul..</b>                            | <b>197</b> |
| <b>ANEXO A-42: Constancia de Uso de Laboratorio de Construcciones.....</b>                                  | <b>198</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>ANEXO B: Resultados de Resistencia a Compresión del Concreto Para Desviación Estándar.....</b> | <b>199</b> |
| <b>ANEXO C: Resultados de Resistencia a Compresión del Concreto .....</b>                         | <b>207</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Estados de saturación del agregado. ....   | 47 |
| <b>Figura 2:</b> Equipo tronco de cono y barra de acero liso de 5/8”de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica .....  | 50 |
| <b>Figura 3:</b> Ensayo de asentamiento .....   | 51 |
| <b>Figura 4:</b> Traslado de agregado natural de la Cantera Unocolla .....  | 60 |
| <b>Figura 5:</b> Traslado de agregado natural de la Cantera Isla .....  | 61 |
| <b>Figura 6:</b> Traslado de agregado de la Cantera Yocar .....  | 62 |
| <b>Figura 7:</b> Traslado de agregado grueso (piedra chancada) Planta Chancadora Piedra Azul km16 Carretera Juliaca – Cabanillas.....                                       | 62 |
| <b>Figura 8:</b> Ubicación de las canteras de agregados, <b>A:</b> Cantera Unocolla, <b>B:</b> Cantera Isla, <b>C:</b> Cantera Yocar y <b>D:</b> Cantera Piedra Azul ..... | 63 |
| <b>Figura 9:</b> Contenido de Humedad - Agregado Grueso y Agregado Fino .....   | 66 |
| <b>Figura 10:</b> La muestra de agregado fino SSS, se coloca en un cono, haciendo el proceso hasta que se desmorone al retirar el cono .....                                | 68 |
| <b>Figura 11:</b> Llenado del agregado fino al frasco y ejecución del giro de la fiola .....  | 69 |
| <b>Figura 12:</b> Agregado grueso en estado S.S.S .....   | 71 |
| <b>Figura 13:</b> Peso específico y absorción de agregado grueso .....  | 72 |
| <b>Figura 14:</b> Peso unitario suelto y compacto del agregado fino.....  | 73 |
| <b>Figura 15:</b> Peso unitario suelto y compacto del agregado grueso .....   | 75 |
| <b>Figura 16:</b> Análisis Granulométrico – A. Fino y A. Grueso .....   | 77 |
| <b>Figura 17:</b> Curva granulométrica del agregado fino .....  | 78 |
| <b>Figura 18:</b> Curva granulométrica del agregado grueso Cantera Isla.....  | 79 |
| <b>Figura 19:</b> Materiales e instrumentos a usar para el cálculo de densidad del cemento..  | 82 |
| <b>Figura 20:</b> Colocación del cemento en el frasco le chatelier .....  | 82 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 21:</b> Agregados retenidos en los tamices para ensayo de desgaste .....                         | 85  |
| <b>Figura 22:</b> Máquina de los Ángeles .....   | 86  |
| <b>Figura 23:</b> Ensayo de desgaste por abrasión de Los Ángeles.....                                      | 86  |
| <b>Figura 24:</b> Colores patrones de acuerdo a las impurezas orgánicas .....                              | 87  |
| <b>Figura 25:</b> Ensayo de Colorimetría: 1.- Cantera Isla, 2.- Cantera Yocar y 3.- Cantera Unocolla..... | 88  |
| <b>Figura 26:</b> Dosificación de materiales por peso .....  | 97  |
| <b>Figura 27:</b> Instrumentos utilizados.....   | 98  |
| <b>Figura 28:</b> Elaboración de probetas cilíndricas .....  | 100 |
| <b>Figura 29:</b> Curado de especímenes de prueba .....  | 101 |
| <b>Figura 30</b> Ensayo de revenimiento o asentamiento en el cono de Abrams .....                          | 129 |
| <b>Figura 31:</b> Ensayo de compresión del concreto.....   | 131 |
| <b>Figura 32:</b> Tipo de falla de cilindros de prueba estándar .....                                      | 131 |
| <b>Figura 33:</b> Tipos de fallas de las probetas elaboradas.....  | 132 |
| <b>Figura 34:</b> Cuadro comparativo resistencia vs edad $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....                 | 138 |
| <b>Figura 35:</b> Cuadro comparativo módulo de fineza del agregado fino .....                              | 139 |
| <b>Figura 36:</b> Cuadro comparativo módulo de fineza del agregado grueso .....                            | 139 |
| <b>Figura 37:</b> Cuadro comparativo peso unitario suelto del agregado fino .....                          | 140 |
| <b>Figura 38:</b> Cuadro comparativo peso unitario suelto del agregado grueso .....                        | 140 |
| <b>Figura 39:</b> Cuadro comparativo peso unitario compactado del agregado grueso.....                     | 140 |
| <b>Figura 40:</b> Cuadro comparativo peso específico del agregado grueso.....                              | 141 |
| <b>Figura 41:</b> Cuadro comparativo peso unitario compactado del agregado fino.....                       | 141 |
| <b>Figura 42.</b> Cuadro comparativo peso específico del agregado fino .....                               | 142 |
| <b>Figura 43.</b> Cuadro comparativo Absorción del agregado grueso .....                                   | 142 |
| <b>Figura 44.</b> Cuadro comparativo Absorción del agregado fino.....                                      | 143 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 45.</b> Cuadro comparativo abrasión los ángeles del agregado grueso ..... | 143 |
| <b>Figura 46.</b> Cuadro comparativo PH del agregado grueso.....                    | 144 |
| <b>Figura 47.</b> Cuadro comparativo PH del agregado grueso.....                    | 144 |
| <b>Figura 48.</b> Cuadro comparativo PH del agregado fino.....                      | 145 |
| <b>Figura 49.</b> Cuadro comparativo de cloruro del agregado grueso.....            | 145 |
| <b>Figura 50.</b> Cuadro comparativo de cloruro del agregado fino.....              | 146 |
| <b>Figura 51.</b> Cuadro comparativo de sulfato del agregado grueso .....           | 146 |
| <b>Figura 52.</b> Cuadro comparativo de sulfato del agregado fino.....              | 147 |

## INDICES DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1:</b> Matriz de consistencia: Objetivo general y específicos.....   | 28 |
| <b>Tabla 2:</b> Principales componentes del cemento portland .....  | 30 |
| <b>Tabla 3:</b> Requisitos para el agua de mezcla.....  | 33 |
| <b>Tabla 4:</b> Requisitos granulométricos para el agregado fino .....  | 36 |
| <b>Tabla 5:</b> Límites granulométricos para el agregado grueso –Norma ASTM .....   | 44 |
| <b>Tabla 6:</b> Consistencia de mezcla de concreto .....  | 51 |
| <b>Tabla 7:</b> Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas y la resistencia a los 28 días..... | 53 |
| <b>Tabla 8:</b> Factores de corrección de resistencia para diferentes relaciones h/d. ....  | 54 |
| <b>Tabla 9:</b> Efecto del tamaño del espécimen en la resistencia del concreto.....   | 55 |
| <b>Tabla 10:</b> Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando se dispone de menos de 30 ensayos.....     | 58 |
| <b>Tabla 11:</b> Resistencia promedio.....  | 59 |
| <b>Tabla 12:</b> Contenido de humedad, agregado fino Cantera Isla.....  | 65 |
| <b>Tabla 13:</b> Contenido de humedad, agregado grueso Cantera Isla.....  | 65 |
| <b>Tabla 14:</b> Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso Cantera Isla .....                                  | 66 |
| <b>Tabla 15:</b> Datos del ensayo de peso específico Cantera Isla .....   | 69 |
| <b>Tabla 16:</b> Resultados del peso específico y absorción del agregado fino .....   | 69 |
| <b>Tabla 17:</b> Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso Cantera Isla .....                             | 71 |
| <b>Tabla 18:</b> Resultado del peso específico y absorción del agregado grueso.....   | 72 |
| <b>Tabla 19:</b> Peso unitario suelto del agregado fino.....  | 74 |
| <b>Tabla 20:</b> Peso unitario compactado del agregado fino Cantera Isla .....  | 74 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 21:</b> Peso unitario suelto del agregado grueso Cantera Isla .....                          | 74  |
| <b>Tabla 22:</b> Peso unitario compactado del agregado grueso Cantera Isla .....                      | 75  |
| <b>Tabla 23:</b> Granulometría del agregado fino Cantera Isla .....                                   | 77  |
| <b>Tabla 24:</b> Granulometría del agregado grueso Cantera Isla .....                                 | 79  |
| <b>Tabla 25:</b> Desgaste por abrasión en la Maquina de los Ángeles Cantera Isla .....                | 85  |
| <b>Tabla 26:</b> Tabla de colores .....   | 87  |
| <b>Tabla 27:</b> Propiedades del Agregado de la Cantera Isla.....                                     | 89  |
| <b>Tabla 28:</b> Resistencia Promedio.....  | 90  |
| <b>Tabla 29:</b> Volumen unitario de agua .....   | 91  |
| <b>Tabla 30:</b> Contenido de aire atrapado .....   | 91  |
| <b>Tabla 31:</b> Relación agua cemento a/c.....   | 92  |
| <b>Tabla 32:</b> Volúmenes absolutos de pasta.....  | 93  |
| <b>Tabla 33:</b> Módulo de fineza de la combinación de los agregados .....                            | 93  |
| <b>Tabla 34:</b> Diseño de mezclas $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en peso. ....                          | 96  |
| <b>Tabla 35:</b> Ensayo de Resistencia a la compresión simple de la CANTERA ISLA días<br>28 días..... | 101 |
| <b>Tabla 36:</b> Calculo de desviacion estandar, cantera isla. ....                                   | 102 |
| <b>Tabla 37:</b> Relación agua cemento a/c.....   | 104 |
| <b>Tabla 38:</b> Volúmenes absolutos de pasta.....  | 105 |
| <b>Tabla 39:</b> Módulo de fineza de la combinación de los agregados .....                            | 105 |
| <b>Tabla 40:</b> Ensayo de Resistencia a la compresión simple de la CANTERA YOCARA a<br>28 días.....  | 108 |
| <b>Tabla 41:</b> cálculo de desviación estándar, cantera Yocar. ....                                  | 109 |
| <b>Tabla 42:</b> Relación agua cemento a/c.....   | 110 |
| <b>Tabla 43:</b> Volúmenes absolutos de pasta.....  | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 44:</b> Módulo de fineza de la combinación de los agregados .....  | 112 |
| <b>Tabla 45:</b> Ensayo de Resistencia a la compresión simple de la CANTERA UNOCOLLA a 28 días. ....                  | 114 |
| <b>Tabla 46:</b> cálculo de desviación estándar, cantera Unocolla. ....   | 115 |
| <b>Tabla 47:</b> Relación agua cemento a/c.....   | 117 |
| <b>Tabla 48:</b> Volúmenes absolutos de pasta.....  | 118 |
| <b>Tabla 49:</b> Módulo de fineza de la combinación de los agregados .....  | 118 |
| <b>Tabla 50:</b> Ensayo de Resistencia a la compresión simple de la CANTERA PIEDRA AZUL 28 días.....                  | 121 |
| <b>Tabla 51:</b> cálculo de desviación estándar, cantera piedra azul. ....  | 122 |
| <b>Tabla 52:</b> Relación agua cemento a/c.....   | 123 |
| <b>Tabla 53:</b> Volúmenes absolutos de pasta.....  | 124 |
| <b>Tabla 54:</b> Módulo de fineza de la combinación de los agregados .....  | 125 |
| <b>Tabla 55:</b> Ensayos de Resistencia a la compresión simple de la Cantera YOCARA a los 7, 14 y 28 días. ....       | 133 |
| <b>Tabla 56:</b> Ensayos de Resistencia a la compresión simple de la Cantera PIEDRA AZUL a los 7, 14 y 28 días. ....  | 134 |
| <b>Tabla 57:</b> Ensayos de Resistencia a la compresión de la Cantera ISLA a los 7, 14 y 28 días.....                 | 136 |
| <b>Tabla 58:</b> Ensayos de Resistencia a la compresión de la Cantera UNOCOLLA a los 7, 14 y 28 días. ....            | 137 |
| <b>Tabla 59:</b> Resultados promedio de resistencia a la compresión simple para $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> . .... | 138 |
| <b>Tabla 60:</b> diseño de mezclas de concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....                                   | 147 |
| <b>Tabla 61:</b> Cuadro comparativo para distintos diseños .....  | 148 |

## ÍNDICE DE ACRONIMOS

**AASHTO** : American Association of State Highway and Transportation Officials o  
Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.

**ASTM** : American Society for Testing and Materials ó Asociación Americana de Ensayo  
de Materiales.

**NTP** : Norma Técnica Peruana.

**a/c** : Relación agua/cemento para diseño de mezclas.

**C°** : Definición conocida al Concreto.

**IP** : Cemento Puzolánico.

**kg** : Kilogramos.

**NTP** : Norma Técnica Peruana.

**PES** : Peso específico de los sólidos.

**PESSS** : Peso específico de solidos saturados con superficie seca.

**PH** : Medida de acides o alcalinidad de una sustancia.

**PUC** : Peso Unitario Compactado.

**PUS** : Peso Unitario Suelto.

**RNE** : Reglamento Nacional de Edificaciones.

**F'c** : Resistencia de diseño a la compresión.

**F'cr** : Resistencia promedio de diseño a la compresión.

**TMN** : Tamaño Máximo Nominal

## RESUMEN

En la investigación se conoció los valores de las propiedades físico mecánicas de los agregados de cuatro canteras (Cantera Yocar, Cantera Piedra azul, Cantera Isla y Cantera Unocolla), y su influencia en la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , lo que nos traza un objetivo de evaluar propiedades antes mencionadas, el procedimiento a toda esta investigación, consistió en extraer muestras de agregado fino y grueso de las cuatro canteras en estudio, para luego realizar ensayos en el Laboratorio de Construcciones, obteniéndose los siguientes resultados: Para la Cantera Yocar, la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días es de  $156.26 \text{ Kg/cm}^2$ , a los 14 días es de  $188.16 \text{ Kg/cm}^2$ , a los 28 días  $232.14 \text{ Kg/cm}^2$ . Para la Cantera Piedra Azul, la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días es de  $156.44 \text{ Kg/cm}^2$ , a los 14 días es de  $190.46 \text{ Kg/cm}^2$ , a los 28 días  $241.01 \text{ Kg/cm}^2$ . Para la Cantera Isla, la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días es de  $159.44 \text{ Kg/cm}^2$ , a los 14 días es de  $186.34 \text{ Kg/cm}^2$ , a los 28 días  $226.49 \text{ Kg/cm}^2$ . Para la Cantera Unocolla, la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días es de  $140.21 \text{ Kg/cm}^2$ , a los 14 días es de  $173.68 \text{ Kg/cm}^2$ , a los 28 días  $212.24 \text{ Kg/cm}^2$ .

Estos resultados se verifican con las especificaciones técnicas correspondientes, llegando a determinar que los agregados evaluados cumplen en su mayoría con las propiedades físicas y mecánicas para el diseño de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Palabras Claves:** Concreto, Resistencia a la Compresión, Agregados, Calidad.

## ABSTRACT

In the investigation, the values of the physical mechanical properties of the aggregates of four quarries (Yocar, Piedra azul, Isla and Unocolla), and their influence on the strength of the concrete  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , were known. An objective of evaluating the aforementioned properties, the procedure for all this research, consisted of extracting samples of fine and coarse aggregate from the four quarries under study, to then carry out tests in the Construction Laboratory, obtaining the following results: For the Yocar Quarry, the resistance to compression of the concrete at 7 days is  $156.26 \text{ Kg/cm}^2$ , at 14 days it is  $188.16 \text{ Kg/cm}^2$ , at 28 days  $232.14 \text{ Kg/cm}^2$ . Blue Stone Quarry for the compressive strength of concrete at 7 days is  $156.44 \text{ Kg/cm}^2$ , at 14 days is  $190.46 \text{ kg/cm}^2$ , at 28 days  $241.01 \text{ Kg/cm}^2$ . For the Isla Quarry, the compressive strength of the concrete at 7 days is  $159.44 \text{ Kg/cm}^2$ , at 14 days it is  $186.34 \text{ Kg/cm}^2$ , at 28 days  $226.49 \text{ Kg/cm}^2$ . For Quarry Unocolla, the compressive strength of concrete at 7 days is  $140.21 \text{ Kg/cm}^2$ , at 14 days is  $173.68 \text{ kg/cm}^2$ , at 28 days  $212.24 \text{ kg/cm}^2$ .

These results are verified with the corresponding technical specifications, arriving to determine that the evaluated aggregates comply mostly with the physical and mechanical properties for the design of a concrete  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Key Words:** Concrete, Compression Resistance, Aggregates, Quality

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad se realizan construcciones civiles dentro de la ciudad de Juliaca utilizando agregados de diferentes canteras, sin embargo, los constructores que adquieren dicho material lo utilizan sin conocer sus propiedades y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de realizar el concreto ya que al no conocer las propiedades de sus componentes no podemos saber si este alcanzará la resistencia esperada. La presente investigación pretende evaluar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de cuatro canteras aledañas de la ciudad de Juliaca. Los agregados de las canteras de los ríos son materiales que se encuentran expuestos en la naturaleza y que no están clasificados como se requiere para la construcción, ni una cantera presenta las mismas características que otra, por lo que merecen ser evaluadas individualmente. El trabajo se iniciará con la recopilación de datos, la cual constituye una evaluación de la cantera en estudio. En la provincia de San Román, distritos y centros poblados anteriormente no se ha tenido en cuenta para sus construcciones el uso del concreto, pero en los últimos años como va creciendo la población también se modernizan las ciudades en este caso se está dejando de lado el uso de los materiales tradicionales para remplazarlo por el concreto en las edificaciones y pavimentaciones. De igual manera otro problema al momento de realizar concreto es que se utilizan cantidades asumidas a través de la experiencia del constructor o del mismo maestro de obra, sin embargo, si nos adentramos en el campo de la dosificación sabremos que al momento de calcularla esta varía de cantera en cantera debido a que las propiedades de los materiales no van a ser nunca las mismas.

### 1.1.1 Problema General

- ¿De qué manera la calidad del agregado de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca, influye en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles?

### 1.1.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo las propiedades físicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca influyen en la calidad de los agregados?
- ¿Cómo las propiedades mecánicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca influyen en la calidad de los agregados?
- ¿Cuáles deben ser las dosificaciones adecuadas de cada cantera para la elaboración de concreto, de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas de los agregados?

## 1.2 ANTECEDENTES

**Campos (2017)**, en su tesis de grado “Determinación de las Propiedades Físico Mecánicas de los Agregados Extraídos de las Canteras “Josecito” y “Manuel Olano” y su Influencia en la Calidad de Concreto  $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ , en la Ciudad de Jaén”, Universidad Nacional de Cajamarca, Peru. Contempla el objetivo, determinar las propiedades físico mecánicas de los agregados extraídos de las canteras “Josecito” y “Manuel Olano” y su influencia en la resistencia del concreto  $f'c= 250$ . Donde se concluye que los agregados de las dos canteras en estudio son aptos para el uso en la fabricación de concreto de buena calidad; siendo la Cantera de Josecito la que alcanzo ligeramente una mayor resistencia, con un 2.59% más que la Cantera Manuel Olano.

**Morales (2017)**, en su tesis de grado “Influencia del Tamaño Máximo Nominal de 1/2” y 1” del Agregado Grueso del Rio Amojú en el Esfuerzo a la Compresión del Concreto para  $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ ”, Universidad Nacional de Cajamarca, Peru. Contempla

el objetivo, determinar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1/2" y 1" en la resistencia a la compresión a los de 7, 14 y 28 días, usando cemento Portland tipo I y agregado del Rio Amojú, para un  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>; en la ciudad de Jaén. Concluyendo que el agregado grueso es uno de los componentes del concreto que más porcentaje de intervención en peso tiene en las mezclas (39% en el caso del diseño con TMN =1"), seguido por el agregado fino, luego el cemento y finalmente el agua. Los diseños de mezclas de concreto dependen en gran parte de las características y propiedades de los agregados (grueso y fino), que pueden verse afectados por el manejo que reciben desde su explotación hasta su empleo en obra.

**Martinez (2009)**, en su tesis de grado "Calidad de dos Bancos de Agregados para Concreto, en el Departamento de Chiquimula", Universidad de San Carlos de Guatemala; indica que los agregados para concreto constituyen entre el 60 y 80 por ciento del volumen de la masa endurecida, contribuyendo a mejorar la resistencia del concreto, que en general, mientras más densamente pueda empaquetarse el agregado, mejor será la resistencia a la intemperie y la economía del concreto por lo que es necesario el estudio de las propiedades físicas, mecánicas, petrográficas y químicas de estos elementos, para dictaminar si es o no recomendable el empleo de dichos materiales. A las conclusiones que llegan, los agregados finos, presentan arenas gruesas en su composición, (según su módulo de finura), también puede observarse una mala distribución de partículas según las curvas granulométricas, lo cual se refleja en el porcentaje de vacíos y repercute en una excesiva cantidad de aire incorporado a la mezcla de concreto, lo cual reduce su resistencia nominal. Los resultados de los ensayos de laboratorio para los cilindros de concreto, de los diseños de mezcla de resistencia nominal de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, obtuvieron un porcentaje de 96% y 86%, respectivamente, de resistencia última a una edad de 28 días. Lo cual no alcanza el 100% estipulado por la norma, por lo

que se requiere efectuar correcciones a la granulometría de los agregados finos, lo cual repercutirá en los diseños de mezcla, para alcanzar una mejor dosificación.

**Guzmán, Zambrano & Zavala (2014)**, en su tesis “Análisis de Calidad Físico y Mecánico de los Agregados Pétreos para Concreto, de los Principales Bancos de Materiales de la Zona Oriental de El Salvador”, Universidad de El Salvador. Contempla el objetivo, estudiar las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos de la zona oriental, a través de normas ASTM. Concluyendo que todos los ensayos realizados a los agregados de cada cantera indican que son aptos y/o recomendados para la elaboración de concreto, siempre y cuando sean utilizados en proporciones adecuadas y en las condiciones favorables según las características de cada obra; se pudo constatar que las canteras evaluadas poseen características similares en algunos aspectos y en otros difieren considerablemente (como es el caso de los resultados obtenidos en la prueba de abrasión mecánica donde El Ángel demostró una resistencia superior a los materiales gruesos de Pro-Block y La Hulera).

### **1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Evaluar la calidad de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades físicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca.
- Determinar las propiedades mecánicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca.

- Determinar las dosificaciones adecuadas para la elaboración de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.

## **1.4 HIPÓTESIS**

### **1.4.1 Hipótesis General**

- La calidad de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca influye en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles.

### **1.4.2 Hipótesis Específicas**

- Las propiedades físicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca, influye directamente a la calidad de los agregados.
- Las propiedades mecánicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca, influye directamente a la calidad de los agregados.
- Las dosificaciones adecuadas para la elaboración de concreto, varían de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.

## **1.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

### **1.5.1 Variable Independiente**

- Características físicas y mecánicas de los agregados de las canteras Unocolla, Isla, Yocará y Piedra Azul.

Indicadores:

- Granulometría
- Peso específico
- Absorción
- Humedad
- Peso unitario compactado
- Peso unitario suelto

- Módulo de fineza
- Resistencia al desgaste

### **1.5.1 Variable Dependiente**

- Resistencia a la compresión del concreto.

## **1.6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es Cuantitativa. Según el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con bases en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Hernández et al., 2006)

### **1.6.2 Nivel de Investigación**

Los niveles de investigación son Correlacional – Causal, explicativa. Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. (Hernández et al., 2006)

### **1.6.3 Método de Investigación**

El método de investigación es Hipotético. Establece teorías y preguntas iniciales de investigación, de las cuales se derivan hipótesis. Estas se someten a prueba utilizando diseños de investigación apropiados. Mide las variables en un contexto determinado, analiza las mediciones, y establece conclusiones. (Hernández et al., 2006)

**Tabla 1:** Matriz de consistencia: Objetivo general y específicos

| <b>PROBLEMAS</b>  | <b>OBJETIVOS</b>  | <b>HIPOTESIS</b>  | <b>OPERACIONALIZACION</b>  |   | <b>Metodología</b>  |
|---|---|---|--|---|---|
| <b>Problema general</b>   | <b>Objetivo general</b>   | <b>Hipótesis general</b>  | <b>Variables</b>   | <b>Indicadores</b>  |   |
| ¿De qué manera la calidad de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca, influye en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles? | Evaluar la calidad de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles. | La calidad de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca influye en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles. | <b>INDEPENDIENTE</b><br>Características físicas y mecánicas de los agregados de las canteras Unocolla, Isla, Yocara y Piedra Azul.<br><b>DEPENDIENTE</b><br>Resistencia a la compresión del concreto | Propiedades físicas y mecánicas de los agregados            | <b>Tipo de Investigación:</b><br>Cuantitativa                         |
| <b>Problemas específicos</b>  | <b>Objetivos específicos</b>  | <b>Hipótesis específicas</b>  |  |   |   |
| ¿Cómo las propiedades físicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca, influyen en la calidad de los agregados?   | Determinar las propiedades físicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca.   | Las propiedades físicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca, influye directamente a la calidad de los agregados.                    | <b>INDEPENDIENTE</b><br>Propiedades físicas de los agregados<br><b>DEPENDIENTE</b><br>Resistencia a la compresión del concreto   | Propiedades físicas de los agregados                        |   |
| ¿Cómo las propiedades mecánicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca, influyen en la calidad de los agregados?                                       | Determinar las propiedades mecánicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca.   | Las propiedades mecánicas de los agregados de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca, influye directamente a la calidad de los agregados.                  | <b>INDEPENDIENTE</b><br>Propiedades mecánicas de los agregados<br><b>DEPENDIENTE</b><br>Resistencia a la compresión del concreto   | Propiedades mecánicas de los agregados                      | <b>Nivel de Investigación:</b><br>Correlacional – Causal, explicativa |
| ¿Cuáles deben ser las dosificaciones de cada cantera para la elaboración de concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas de los agregados? | Determinar las dosificaciones para la elaboración de concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.                        | Las dosificaciones para la elaboración de concreto, varían de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.                                       | <b>INDEPENDIENTE</b><br>Elaboración de concreto<br><b>DEPENDIENTE</b><br>Resistencia a la compresión del concreto  | - Cemento<br>- Agregado fino<br>- Agregado grueso<br>- Agua |   |

**Fuente:** Elaboración propia

# **CAPÍTULO II**

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 EL CONCRETO**

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

También dice que el cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran algunas propiedades del concreto. (Abanto Castillo, 2009)

### **2.2 MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO**

#### **Ligantes**

- Cemento
- Agua

#### **Agregados**

- Agregado fino: arena
- Agregado grueso: grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos.

### **2.3 CEMENTO**

El cemento cumplirá con los requisitos exigidos por la norma NTP 334.009.

#### **2.3.1 Cemento Portland**

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a

elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas.

### 2.3.2 Compuestos Químicos Forman al Cemento Portland

Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una fórmula química, No obstante, hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento, y son:

**Tabla 2:** Principales componentes del cemento portland

| Nombre del Componente | Composición óxida   | Abreviatura           |
|-----------------------|---|-----------------------|
| Silicato Tricalcico   | $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$                                    | $\text{C}_3\text{S}$  |
| Silicato Bicalcico    | $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$                                    | $\text{C}_2\text{S}$  |
| Aluminato Tricalcico  | $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$                           | $\text{C}_3\text{A}$  |
| Aluminoferrato        | $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{C}_4\text{AF}$ |
| Yeso                  | $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$                          | $\text{SO}_3$         |

**Fuente:** Abanto, 1997

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento portland contribuye en el comportamiento del cemento, cuando pasa del estado plástico al endurecido después de la hidratación. (Abanto, 1997)

### 2.3.3 Hidratación del Cemento

La reacción mediante la cual el cemento portland se transforma en un agente de enlace, se genera por los procesos químicos responsables de la formación de compuestos durante la hidratación, los cuales originan propiedades mecánicas útiles en las aplicaciones estructurales. Los fenómenos que ocurren durante la hidratación del cemento son sumamente complejos; sin embargo, existen algunos aspectos generales que permiten formarse una idea global de los procesos. El estudio de las reacciones de hidratación del cemento suele hacerse sobre la pasta de cemento, la cual consiste en sólidos, agua y poros (Sánchez de Guzmán, 2001).

### 2.3.4 Clasificación del Cemento Portland

Los cementos Portland, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de Normas para el cemento Portland ASTM C 150. (Abanto,1997)

TIPO I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

TIPO II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y a obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.

TIPO III: Es el cemento de alta resistencia inicial, el concreto hecho con este tipo de cemento desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cementos tipo I o tipo II.

TIPO IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación

TIPO V: Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas a aguas de mar.

En el Perú se utilizan los cementos tipo I, II y V. La Norma ASTM C 150 o NTP 339.009 incluye especificaciones para un cemento con incorporado de aire, el cual no se producen ni se utiliza en el Perú. (Riva,2014)

Los cementos adicionados usan una combinación de cemento portland o Clinker y yeso mezclados o molidos juntamente con puzolanas, escorias o ceniza volante. La ASTM C 595 establece cinco clases principales de cementos adicionados: (PCA, 2004)

|                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| Tipo IS          | Cemento portland alto horno  |
| Tipo IP y Tipo P | Cemento portland puzolánico. |

Los cementos portland puzolanicos se designan como tipo IP o tipo P, el tipo IP se lo puede usar para la construcción en general y el tipo P se usa en construcciones que no requieran altas resistencias iniciales.

Se fabrican estos cementos a través de la molienda conjunta del Clinker de cemento portland con una puzolana adecuada, o por el mezclado de cemento portland o cemento de alto horno con puzolana, o por la combinación de la molienda y del mezclado. El contenido de puzolana de estos cementos esta entre 15% y 40% de la masa del cemento. Los ensayos (pruebas) de laboratorio indican que el desempeño de los concretos preparados con el cemento tipo IP es similar al concreto del cemento tipo 1.

Se puede especificar el tipo IP con aire incluido, moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación a través de la adición de los sufijos A, MS o MH. Se puede especificar el tipo P con bajo calor de hidratación (LH), moderada resistencia a los sulfatos (MS) o aire incorporado (A) (PCA, 2004).

Tipo I (PM)                      Cemento portland modificado con puzolana

Tipo S                              Cemento de escoria o siderúrgico

Tipo I (SM)                      Cemento portland modificado con escoria.

### **2.3.5 Ensayos del Cemento**

#### **Peso Específico (ASTM C 188-95, AASTHO T - 133)**

El peso específico relativo es la relación entre el peso de un volumen dado de material a cierta temperatura, al peso de un volumen igual de agua a esa misma temperatura. En este caso, la temperatura a la cual se haga la prueba no ocasiona mucha diferencia en los resultados; pero es importante que la temperatura del frasco, del líquido y del cemento se mantenga constante durante toda la práctica. La principal utilidad que tiene el peso específico del cemento está relacionada con el diseño y control de mezclas de concreto, la misma que se determina con la siguiente ecuación:

$$C d. = \frac{M}{(V_f - V_i)}$$

$$C p. e. r = \frac{C d.}{(H_2O)}$$

Donde:

$M$  : Masa de la muestra del cemento.

$V_f$  : Volumen final del líquido (después de introducir los 64 g de cemento),  
(cm<sup>3</sup>).

$V_i$  : Volumen inicial del líquido introducido al frasco Le Chatelier, (cm<sup>3</sup>).

$C d.$  : Densidad del cemento, (g/cm<sup>3</sup>).

$C p. e. r$ : Peso específico relativo del cemento, (g/cm<sup>3</sup>).

## 2.4 EL AGUA

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. Además, precisa que, el agua a emplearse en la preparación de concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero. (Abanto, 1997)

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088, y ser de preferencia potable.

**Tabla 3:** Requisitos para el agua de mezcla.

| Sustancias disueltas  | Valor máximo admisible |
|-----------------------|------------------------|
| Cloruros              | 300 ppm                |
| Sulfatos              | 300 ppm                |
| Sales de magnesio     | 150 ppm                |
| Sales solubles        | 150 ppm                |
| P.H.                  | Mayor de 7             |
| Sólidos en suspensión | 1500 ppm               |
| Materia orgánica      | 10 ppm                 |

**Fuente:** La NTP 339.088 y ASTM C 109M

La NTP 339.088 distingue cuatro tipos de agua utilizable para el concreto:

Agua combinada, la cual es el resultado de la mezcla de dos o más fuentes combinadas a la vez, antes o durante su introducción en la mezcla.

Agua no potable, la cual proviene de fuentes de agua que no son aptos para el consumo humano, o si ésta contiene cantidades de sustancias que la decoloran o hacen que huelga o tenga un sabor objetante.

Aguas de las operaciones de producción del concreto, que ha sido recuperada de procesos de producción de concreto de cemento Portland; agua de lluvia colectada en un recipiente en una planta de producción de concreto; o agua que contiene cantidades de los ingredientes del concreto.

Agua potable, que es apta para el consumo humano.

## 2.5 AGREGADOS

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto. (Rivva, 2014)

## 2.6 CLASIFICACION

Según Abanto (1997), los agregados naturales se clasifican en:

- 1) Agregados Finos
  - Arena fina
  - Arena gruesa.
- 2) Agregados grueso
  - grava
  - piedra.

3) Hormigón: Corresponde a mezcla natural de Grava y Arena, este agregado se utiliza para preparar un concreto de baja calidad como el empleado en

cimentaciones corridas, sobre cimientos, falsos pisos, falsas zapatas, calzaduras, algunos muros, etc. El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica u otras sustancias dañinas para el concreto. (Abanto,1997)

### **2.6.1 Agregado Fino**

#### **Definición:**

El agregado fino consistirá en arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; definiéndosele como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa al tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.37 o ASTM C 33.

#### **Requisitos:**

El agregado fino estará compuesto de partículas limpias, de un perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente; libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

#### **2.6.1.1 Propiedades Físicas**

##### **a) Análisis Granulométrico**

Normas NTP 400.037, ASTM C-33

#### **Definición:**

El análisis granulométrico es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños, el cual consiste en tamizar las partículas por una serie de mallas de aberturas estandarizadas y pesar los materiales refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total. Con este ensayo se busca averiguar la distribución del agregado fino con relación a los diferentes diámetros de sus partículas. Los tamices estándar usados para determinar la gradación de los

agregados finos son las N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100, están basadas de acuerdo con sus perforaciones cuadriculadas; la granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua. El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera. Las variaciones en la gradación pueden afectar seriamente la uniformidad del concreto de una mezcla a otra. Las arenas muy finas son con frecuencia costosas y las arenas muy gruesas pueden producir mezclas muy ásperas y poco manejables. La granulometría más conveniente para el agregado fino depende del tipo de trabajo, riqueza de la mezcla y tamaño máximo del agregado grueso. Se recomiendan para el agregado fino los siguientes límites:

**Tabla 4:** Requisitos granulométricos para el agregado fino

| Malla                 | Porcentaje que pasa |
|-----------------------|---------------------|
| 3/8" (9,50 mm)        | 100                 |
| N° 4 (4.75 mm)        | 95 a 100            |
| N° 8 (2.36 mm)        | 80 a 100            |
| N° 16 (1.18 mm)       | 50 a 85             |
| N° 30 (600 micrones)  | 25 a 60             |
| N° 50 (300 micrones)  | 10 a 30             |
| N° 100 (150 micrones) | 2 a 10              |

**Fuente:** Norma Técnica Peruana NTP 400.037.

#### b) Módulo de Finura

Normas NTP 400.012, ASTM C -136

##### **Definición:**

Es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material.

##### **Determinación del Módulo de Finura del Agregado Fino:**

Se determina en base al análisis granulométrico del agregado fino. Su valor se obtiene mediante la suma de porcentajes acumulados de los agregados retenidos en los tamices estándar dividiendo por 100 tal como se indica:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

El uso del modulo de finura se ha restringido al agregado fino y según este modulo las arenas se clasifican en :

Arenas finas: Módulo de finura entre 0.5 – 1.5

Arenas medias: Módulo de finura entre 1.5 – 2.5

Arenas gruesas: Módulo de finura entre 2.5 - 3.5

El agregado fino su modulo de finura no debera ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. el modulo de finura se mantendra dentro de mas o menos de 0.2 del del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto.

### c) **Peso Específico**

Normas NTP 400.022, ASTM C -127

#### **Definición:**

El peso específico viene dado por la relación del peso seco de las partículas del agregado, al peso de un volumen igual de agua, se expresa en (gr/cm<sup>3</sup>).

Es un buen indicador de calidad de los agregados y se usa como medida de control y diseño en las mezclas de concreto.

- 1. Peso específico de los sólidos:** Es la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material).

$$P. e. s = \frac{W_o}{(V - V_a)}$$

Donde:

*P. e. s* : Peso específico de sólidos.

*W<sub>o</sub>* : Peso en el aire de la muestra secada en el horno, en gramos.

*V* : Volumen del frasco cm<sup>3</sup>

*V<sub>a</sub>* : Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida en el picnómetro.

- 2. Peso específico de sólidos saturado con superficie seca:** Es la relación entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo.

$$P. e. SSS = \frac{W_{SSS}}{(V - V_a)}$$

Donde:

$V$  : Volumen del frasco  $\text{cm}^3$

$V_a$  : Peso en gramos o volumen en  $\text{cm}^3$  de agua añadida en el picnómetro.

$W_{SSS}$  : Peso de la muestra saturada con superficie seca

- 3. Peso específico aparente:** Es la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo.

$$P. e. a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (W_{SSS} - W_o)}$$

Donde:

$W_o$  : Peso en el aire de la muestra secada en el horno, en gramos.

$V$  : Volumen del frasco  $\text{cm}^3$

$V_a$  : Peso en gramos o volumen en  $\text{cm}^3$  de agua añadida en el picnómetro.

$W_{SSS}$  : Peso de la muestra saturada con superficie seca

**Sánchez de Guzmán(2001)**, menciona que en el campo de la Tecnología del Concreto, la densidad que interesa es la densidad aparente, debido a que lógicamente con ella es que se determina la cantidad (en peso) de agregado requerida para un volumen unitario de concreto, porque los poros interiores de las partículas de agregados van ocupar un volumen dentro de la masa de concreto y porque el agua que se aloja dentro de los poros saturables no hace parte del agua de mezclado; entendiéndose por agua de mezclado tanto al agua de hidratación del cemento como el agua libre que en combinación con el cemento produce la pasta

lubricante de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico. La densidad aparente del agregado depende de la constitución mineralógica de la roca madre y por lo tanto de su densidad, así como también de la cantidad de huecos o poros que contenga. Por lo general, el valor de esta densidad en los agregados pétreos oscila entre 2.30 g/cm<sup>3</sup> y 2.8 g/cm<sup>3</sup> según la roca de origen.

#### **d) Porcentaje de Absorción**

Normas NTP 400.022- ASTM C-128

##### **Definición:**

El porcentaje de absorción de un agregado es la cantidad de agua que tienen los poros libres (abiertos) de los agregados y esto se obtiene saturando el material.

La absorción total ocurre cuando el agregado alcanza el estado de saturado superficialmente seco.

$$\%Abs = \frac{W_{sss} - W_o}{W_o} \times 100$$

$W_o$  : Peso en el aire de la muestra secada en el horno, en gramos.

$W_{sss}$  : Peso de la muestra saturada con superficie seca.

#### **e) Contenido de Humedad**

Normas NTP 400.016- ASTM C- 566

##### **Definición:**

El contenido de humedad viene dado por la cantidad de agua que posee el agregado en estado natural, se expresa en porcentaje (%).

El contenido de humedad es de importancia por cuanto influye en la relación a/c en el diseño de mezclas y esta a su vez determina la trabajabilidad y compactación de la mezcla.

##### **Determinación del Contenido de Humedad del Agregado Fino.**

$$\% C, H \text{ del Agregado Fino.} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100$$

**f) Peso Unitario Suelto y Compactado (NTP 400.017 Y ASTM C 29)**

Normas NTP 400.017, ASTM C-29

**Definición:**

Se denomina también peso volumétrico del agregado, y no es más que el peso que alcanza un determinado volumen unitario de material generalmente expresado en kilos por metro cúbico. Este valor es requerido para clasificar el agregado en liviano, normal y pesado, al igual que calcular el contenido de vacíos y para convertir cantidades en volumen y viceversa. Existen dos tipos de pesos unitarios: Liviano, normal y pesado, al igual que calcular el contenido de vacíos y para convertir cantidades en volumen y viceversa. Existen dos tipos de pesos unitarios:

- 1. Peso unitario suelto: (P.U.S.):** El agregado es llenado en el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

- 2. Peso Unitario Compactado: (P.U.C.):** El agregado es llenado en tres capas y cada una de ellas es compactada con 25 golpes por una varilla estandarizada.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

**2.6.2 Agregado Grueso**

**Definición:**

Se define como agregado grueso al material retenido en el Tamiz NTP 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o ASTM C33.

El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc. (Abanto, 1997).

- **Gravas**

Comúnmente llamados “canto rodado”, es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra, provenientes de la desintegración natural de las rocas, por acción del hielo y otros agentes atmosféricos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural.

Cada fragmento ha perdido sus aristas vivas y se presentan en formas más o menos redondeadas.

Las gravas pesan de 1600 a 1700 kg/m<sup>3</sup>.

- **Piedra partida o chancada**

Se denomina así al agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente.

Su función principal es dar volumen y apoyar su propia resistencia. Los ensayos indican que la piedra chancada o partida da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redonda.

El peso de la piedra chancada se estima en 1450 a 1500 kg/m<sup>3</sup>.

### **2.6.2.1 Propiedades Físicas**

**a) Análisis Granulométrico (NTP 400.012)**

Normas NTP 400.037, ASTM C -33

**Definición:**

El mismo concepto que el agregado fino, con el empleo de tamices estándar correspondientes.

- **Tamaño máximo**

La Norma NTP 400.037 define al Tamaño Máximo: Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.

- **Tamaño máximo nominal**

La Norma NTP 400.037 define al Tamaño Máximo Nominal: Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Según la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, el Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- b) 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o “cangrejas”.

- **Limites granulométricos**

Los límites granulométricos (Husos) que recomienda la NTP 400.037 para el agregado grueso se detallan de acuerdo a la tabla 5., en donde se observa 15 límites granulométricos.

**b) Módulo de Fineza**

Normas NTP 400.012, ASTM C-136

**Definición:**

El mismo concepto del agregado fino.

El módulo de fineza del agregado grueso, es menos usado que el de la arena, para su cálculo se usa el mismo criterio que para la arena, o sea se suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: 3”, 11/2”, 3/4”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividida entre 100. (Abanto, 1997)

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

**c) Contenido de Humedad**

Normas NTP 339.185, ASTM C-566

**Definición:**

El mismo concepto del agregado fino.

**Determinación del Contenido de Humedad del Agregado Grueso.**

Lo mismo que en el agregado fino.

$$\% C, H. \text{ del A. Grueso} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100$$

**Tabla 5:** Límites granulométricos para el agregado grueso –Norma ASTM

| Huso | Tamaño<br>Máximo<br>Nominal          | Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso   |          |        |          |          |          |          |          |          |          |          |         |        |        |
|------|--------------------------------------|--|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|
|      |                                      | Porcentaje que pasa por los Tamices Normalizados |          |        |          |          |          |          |          |          |          |          |         |        |        |
|      |                                      | 100mm  | 90mm     | 75mm   | 63mm     | 50mm     | 37,5mm   | 25mm     | 19mm     | 12,5mm   | 9,5mm    | 4,75mm   | 2,36mm  | 1,18mm | 4,75µm |
|      |                                      | 4 pulg   | 3 ½ pulg | 3 pulg | 2 ½ pulg | 2 pulg   | 1 ½ pulg | 1 pulg   | ¾ pulg   | ½ pulg   | 3/8 pulg | N° 4     | N° 8    | N° 16  | N° 50  |
| 1    | 90mm a 37.5mm<br>(3½ Pulg a 1½ Pulg) | 100  | 90 a 100 | 0      | 25 a 60  | 0        | 0 a 15   | 0        | 0 a 5    | 0        | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      |
| 2    | 63mm a 37.5mm<br>(2½ Pulg a 1½ Pulg) | 0  | 0        | 100    | 9 a 100  | 35 a 70  | 0 a 15   | 0        | 0 a 5    | 0        | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      |
| 3    | 50mm a 25mm<br>(2 Pulg a 1 Pulg)     | 0  | 0        | 0      | 100      | 90 a 100 | 35 a 70  | 0 a 15   | 0        | 0 a 5    | 0        | 0        | 0       | 0      | 0      |
| 357  | 50mm a 4.75mm<br>(2 Pulg a N°4)      | 0  | 0        | 0      | 100      | 95 a 100 | 0        | 35 a 70  | 0        | 10 a 30  | 0        | 0 a 5    | 0       | 0      | 0      |
| 4    | 37.5mm a 19mm<br>(1½ Pulg a ¾Pulg)   | 0  | 0        | 0      | 0        | 100      | 90 a 100 | 20 a 55  | 0 a 15   | 0        | 0 a 5    | 0        | 0       | 0      | 0      |
| 467  | 37.5mm a 4.75mm<br>(1½ Pulg a N°4)   | 0  | 0        | 0      | 0        | 100      | 95 a 100 | 0        | 35 a 70  | 0        | 10 a 30  | 0 a 5    | 0       | 0      | 0      |
| 5    | 25mm a 12.5mm<br>(1 Pulg a ½ Pulg)   | 0  | 0        | 0      | 0        | 0        | 100      | 90 a 100 | 20 a 55  | 0 a 10   | 0 a 5    | 0        | 0       | 0      | 0      |
| 56   | 25mm a 9.5mm<br>(1 Pulg a 3/8 Pulg)  | 0  | 0        | 0      | 0        | 0        | 100      | 90 a 100 | 40 a 85  | 10 a 40  | 0 a 15   | 0 a 5    | 0       | 0      | 0      |
| 57   | 25mm a 4.75mm<br>(1 Pulg a N°4)      | 0  | 0        | 0      | 0        | 0        | 100      | 95 a 100 | 0        | 25 a 60  | 0        | 0 a 10   | 0 a 5   | 0      | 0      |
| 6    | 19mm a 9.5mm<br>(¾Pulg a 3/8 Pulg)   | 0  | 0        | 0      | 0        | 0        | 0        | 100      | 90 a 100 | 20 a 55  | 0 a 15   | 0 a 5    | 0       | 0      | 0      |
| 67   | 19mm a 4.75mm<br>(¾Pulg a N°4)       | 0  | 0        | 0      | 0        | 0        | 0        | 100      | 90 a 100 | 0        | 20 a 55  | 0 a 10   | 0 a 5   | 0      | 0      |
| 7    | 12.5mm a 4.75mm<br>(½ Pulg a N°4)    | 0  | 0        | 0      | 0        | 0        | 0        | 0        | 100      | 90 a 100 | 40 a 70  | 0 a 15   | 0 a 5   | 0      | 0      |
| 8    | 9.5mm a 2.36mm<br>(3/8 Pulg a N°8)   | 0  | 0        | 0      | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 100      | 85 a 100 | 10 a 30  | 0 a 10  | 0 a 5  | 0      |
| 89   | 9.5mm a 1.18mm<br>(3/8 Pulg a N°16)  | 0  | 0        | 0      | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 100      | 90 a 100 | 20 a 35  | 5 a 30  | 0 a 10 | 0 a 5  |
| 9    | 4.75mm a 1.18mm<br>(N°4 a N°16)      | 0  | 0        | 0      | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 100      | 85 a 100 | 10 a 40 | 0 a 10 | 0 a 5  |

**Fuente:** Norma ASTM C33:2011

#### **d) Peso Específico**

Normas NTP 400.022, ASTM C-128

##### **Definición:**

El peso específico está dado por la relación del peso de las partículas del agregado grueso, al peso de un volumen igual de agua.

El peso específico es un indicador de calidad, cuando se tiene valores altos estamos frente a materiales de buena calidad; pero cuando el valor es bajo nos indica que los agregados son absorbentes y de mal comportamiento, ameritando realizar pruebas adicionales a fin de determinar el uso de dichos materiales.

Agregados normales con peso específico entre 2.5 a 2.7, tienen resistencias en compresión del orden de 750 a 1,200 kg/cm<sup>2</sup>. Los agregados ligeros con peso específico entre 1.6 a 2.5 usualmente manifiestan resistencias de 200 a 750 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia del agregado condiciona en gran medida la resistencia del concreto, por lo que es fundamental el evaluarla directa o indirectamente cuando se desea optimizar la calidad de los concretos. (Pasquel, 1998)

La norma ASTM C 128 considera tres tipos de expresión del peso específico, (Rivva, 2000).

- Peso específico de masa; el cual es definido por la Norma ASTM E 12, como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.
- Peso específico de masa saturado superficialmente seco; el cual es definido como el mismo que el peso específico de masa, excepto que ésta incluye el agua en los poros permeables.

- **Peso específico aparente;** el cual es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.

En las determinaciones del peso sólido y el volumen absoluto, así como en la selección de las proporciones de la mezcla, se utiliza el peso específico de masa.

Las características de los agregados se determinan por las siguientes formulas:

$$\text{Peso Específico de Masa} = \frac{A}{(B - C)}$$

$$\text{Peso Específico Aparente} = \frac{A}{(A - C)}$$

$$\text{Peso Específico SSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

Peso específico en gr/cm<sup>3</sup>.

Donde:

*A* : Peso de la muestra seca, en gramos.

*B* : Peso de la muestra saturada superficialmente seca (SSS), en gramos.

*C* : Peso de la muestra sumergida en agua, en gramos.

#### e) **Peso Unitario Suelto y Compactado**

Normas NTP 400.017, ASTM C-29

##### **Definición:**

Es el mismo concepto que del agregado fino.

Se distinguen dos tipos de peso unitario P.U.S. y P.U.C. del agregado grueso.

#### f) **Absorción**

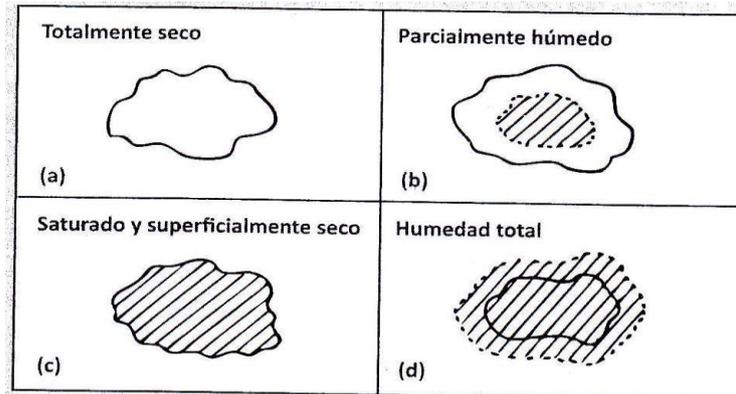
Normas NTP 400.021, ASTM e -127

**Definición:**

El mismo concepto del agregado fino.

**Determinación del porcentaje de Absorción del Agregado Grueso**

Se sigue el mismo criterio del agregado fino.



**Figura 1:** Estados de saturación del agregado.

**Fuente:** Niño, 2010

## 2.7 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

### 2.7.1 Dureza

Propiedad que depende de la constitución mineralógica, la estructura y la procedencia del agregado. En la elaboración de concretos sometidos a elevadas tasas de desgaste por roce o abrasión, como aplicaciones en pavimentos o revestimientos de canales, la dureza del agregado grueso es una propiedad decisiva para la selección de los materiales. (Niño, 2000)

#### - Resistencia a la Abrasión

Norma NTP 400.019

La resistencia que los agregados gruesos oponen a sufrir desgaste, rotura o desintegración de partículas por efecto de la abrasión, es una característica que suele considerarse como índice de calidad en general, y en particular para producir concretos

durables en condiciones de servicio donde intervienen acciones deteriorantes de carácter abrasivo.

La prueba de los ángeles (Abrasión) según norma NTP 400.019; cuantifica la pérdida por desgaste de los agregados, la cantidad de finos que se originan como resultado de someter un conjunto de partículas de grava, a los efectos combinados del impacto y la abrasión producidos por una carga esferas de metálicas dentro de un cilindro giratorio, al cabo de un número de revoluciones.

Agregados con altos valores de desgaste a la abrasión (> 50 %) producen concretos con características resistentes inadecuadas en la mayoría de casos (Pasquel, 1998).

$$\% \text{ Desgaste} = 100 * \left( \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} \right)$$

### **2.7.2 Resistencia**

El agregado grueso, en mayor medida que el fino, va a resultar relacionado con el comportamiento de las resistencias del concreto, por su aporte en tamaños de grano dentro de la masa de la mezcla. En tal sentido, una de las posibilidades de ruptura de la masa es por medio del agregado grueso (las otras son por la pasta y por la interface de contacto entre pasta y agregado). De esta manera, la resistencia de los agregados cobra importancia y se debe buscar que éste nunca falle antes que la pasta de cemento endurezca.

La falla a través del agregado grueso se produce bien sea porque tiene una estructura pobre entre los granos que constituyen las partículas o porque previamente se le han inducido fallas a sus partículas durante el proceso de explotación (especialmente cuando éste se hace por voladura) o por un inadecuado proceso de trituración. (Niño, 2000)

### **2.7.3 Tenacidad o Resistencia a la Falla por Impacto**

Es una propiedad que depende de la roca de origen y se debe tener en cuenta ya que tiene mucho que ver con el manejo de los agregados, porque si estos son débiles ante

las cargas de impacto, se puede alterar su granulometría y también disminuir la calidad del concreto que con ellos se elabore. (Niño, 2000)

#### **2.7.4 Adherencia**

Es la interacción que existe en la zona de contacto agregado pasta, la cual es producida por fuerzas de origen físico-químico. Entre más adherencia se logre entre la pasta de cemento endurecida y los agregados, mayor será la resistencia del concreto. La adherencia depende de la calidad de la pasta de cemento y, en gran medida, del tamaño, forma, rigidez y textura de las partículas del agregado, especialmente cuando se trata de resistencia a flexión. Hoy en día, no se conoce ningún método que permita medir la buena o mala adherencia de los agregados, pero es claro que aumenta con la rugosidad superficial de las partículas. (Niño, 2000)

### **2.8 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO**

#### **a) Trabajabilidad**

Se define a la trabajabilidad como a la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto; y luego éste puede ser, para condiciones dadas de obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad. (Rivva, 2000)

#### **b) Consistencia**

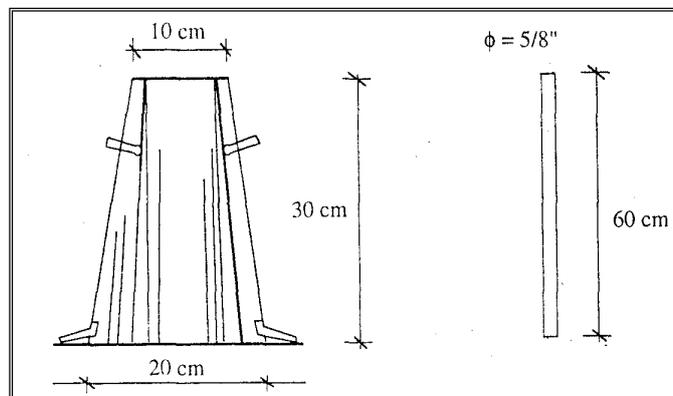
La consistencia es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose por ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. (Rivva, 2000)

- **Prueba de revenimiento (ASTM C 143-78):** El molde para la prueba de revenimiento es un cono truncado de 305 mm. (12”) de altura, La base de 203 mm. (8”) y la abertura superior de un diámetro de 102 mm. (4”) que se le coloca

sobre una superficie plana. El recipiente se llena con concreto en tres capas, cada una de ellas apisonada 25 veces con una varilla de acero estándar de 16 mm. (5/8") de diámetro redondeada en el extremo. En la superficie superior se va eliminando lo que excede haciendo rodar una varilla por encima. El molde debe quedar firmemente sujeto a su base durante toda la operación; esto se facilita colocando unas abrazaderas soldadas.

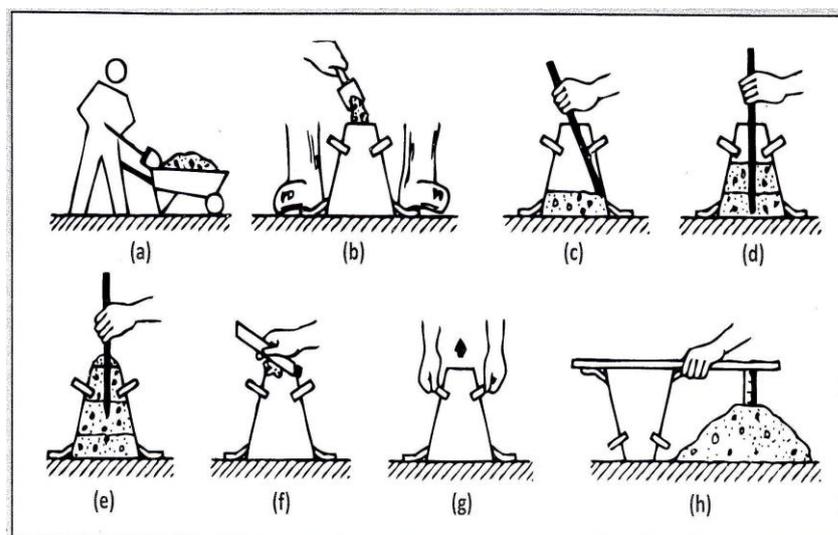
Inmediatamente después del llenado se levanta el cono con suavidad y el concreto se desploma, de ahí el nombre de la prueba. La disminución de la altura en el centro del concreto desplomado se denomina revenimiento y se mide hasta lo más alto cercano a 5mm (1/4"). Para reducir la influencia de la variación en la fricción superficial, en el interior del molde y su base deben estar húmedos al comienzo de cada prueba, y antes de levantar el molde, el área que le rodea debe estar limpia, libre del concreto que pueda haber caído accidentalmente.

Si en vez de desplomarse uniformemente en todo el rededor, como en un verdadero desplome, la mitad del cono se desliza en un plano inclinado, se dice que ocurre un revenimiento cortante y la prueba debe repetirse. Si persiste el revenimiento cortante, como puede ser el caso con mezclas ásperas, será una señal de falta de cohesión de la mezcla.



**Figura 2:** Equipo tronco de cono y barra de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica

**Fuente:** Abanto, 1997



**Figura 3:** Ensayo de asentamiento  
**Fuente:** Niño, 2000

**Tabla 6:** Consistencia de mezcla de concreto

| Consistencia | Slump   | Trabajabilidad  | Método de Compactación    |
|--------------|---------|-----------------|---------------------------|
| Seca         | 0" a 2" | poco trabajable | Vibración normal          |
| Plástica     | 3" a 4" | trabajable      | Vibración ligera chuseado |
| Fluida       | > 5"    | muy trabajable  | Chuseado                  |

**Fuente:** Abanto, 1997

### c) Exudación

Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado.

La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la utilización de aditivos, y de la temperatura, en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación.

#### **d) Segregación**

Se define como la separación de los materiales que constituyen una mezcla heterogénea (como es el concreto), de manera que su distribución deje de ser uniforme por falta de cohesión. Entre las causas inherentes al concreto, que puede producir segregación, se encuentra la diferencia en tamaño de partículas y su distribución granulométrica, así como la densidad de los constituyentes y su proporción dentro de la mezcla. (Sánchez de Guzmán, 2001)

#### **e) Tiempo de fraguado**

El tiempo de fraguado del concreto no es usualmente afectado por el agregado. Sin embargo, la presencia en la superficie de éste de sales solubles o materia orgánica pueden afectar esta propiedad en la medida que ellas pueden actuar como acelerantes o retardadores de fragua. (Rivva, 2000)

### **2.9 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO**

#### **a) Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión puede ser definida como la máxima medida de resistencia que ofrece un espécimen de concreto a una carga axial. Esta se determina de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM C39.

#### **b) Factores que afectan a la resistencia.**

La resistencia del concreto depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar principalmente en términos de la relación agua/cemento en peso.

“La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en

particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto” (Pasquel, 1998).

Un factor indirecto, pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llega a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

## 2.10 DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Para obtener un concreto de buena calidad, después del mezclado le sigue un curado adecuado durante las primeras etapas de su endurecimiento.

En la siguiente tabla se muestra la relación entre la resistencia del concreto a una determinada edad y su resistencia a los 28 días.

**Tabla 7:** Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas y la resistencia a los 28 días.

| Tiempo         | 7 días | 14 días | 28 días | 90 días | 6 meses | 1 año | 2 años | 5 años |
|----------------|--------|---------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|
| $f'c(t)/f'c28$ | 0.67   | 0.86    | 1       | 1.17    | 1.23    | 1.27  | 1.31   | 1.35   |

**Fuente:** Harmsen & Mayorca, 1997.

Donde:

$f'c(t)$  : Resistencia a compresión en un periodo de tiempo

$f'c(28)$ : Resistencia a compresión a los 28 días

## 2.11 PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Se realiza a través del ensayo de un cilindro estándar, cuya altura deberá ser siempre el doble del diámetro. El espécimen debe permanecer en el molde 20 +/- 4 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo. El procedimiento estándar requiere que la probeta tenga 28 días de vida para ser ensayada, sin embargo, este periodo puede alterarse si se especifica, durante la prueba el cilindro es cargado a un ritmo uniforme de 2.45 Kg. /cm<sup>2</sup>/s. La resistencia a la compresión ( $f'c$ ) se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la

misma muestra probadas a los 28 días. Este procedimiento se describe en detalle en las normas ASTM C-192-90a y C-39-93

Actualmente la norma ASTM C-39-93 permite utilizar los resultados de ensayos a compresión de probetas no estándar siempre que se les aplique factores de corrección.

Los factores de corrección se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 8:** Factores de corrección de resistencia para diferentes relaciones h/d.

| Relación h/d | 2.00 | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.10 | 1.00 | 0.75 | 0.50 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A            | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.93 | 0.90 | 0.87 | 0.70 | 0.50 |
| B            | 1.00 | 1.02 | 1.04 | 1.06 | 1.11 | 1.18 | 1.43 | 2.00 |

**Fuente:** La Norma ASTM C-39-93a.

Donde:

h : Altura de la probeta ensayada

d : Diámetro de la probeta ensayada

A : Factor de corrección de resistencia de la probeta ensayada

B : Razón entre la resistencia de la probeta ensayada y del cilindro estándar

Los factores de corrección antes mencionados se aplican a concretos ligeros de 1600 a 1920 kg/m<sup>3</sup> y a concretos normales con resistencia a la compresión entre 140 Kg/cm<sup>2</sup> y 420 kg./cm<sup>2</sup>.

Del mismo modo, existen factores de corrección para las probetas que aun teniendo la misma relación h/d que la probeta estándar de 6" x 12" no tiene las dimensiones de esta.

Esto se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 9:** Efecto del tamaño del espécimen en la resistencia del concreto

| Dimensiones del Cilindro (cm.) | $f_c$ cilindro/ $f_c$ estándar |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 5 x 10                         | 1.09                           |
| 7.5 x 15                       | 1.06                           |
| 15 x 30                        | 1.00                           |
| 20 x 40                        | 0.96                           |
| 30 x 60                        | 0.91                           |
| 45 x 90                        | 0.86                           |
| 60 x 120                       | 0.84                           |
| 90 x 180                       | 0.82                           |

**Fuente:** Harmsen & Mayorca, 1997

## 2.12 DISEÑO DE MEZCLAS.

El proporcionamiento de mezclas de concreto o “Diseño de mezclas”, es un proceso que consiste en la selección de los ingredientes disponibles (cemento, agregados, agua y aditivos) y la determinación de sus cantidades relativas para producir, tan económicamente como sea posible, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las propiedades de resistencia, durabilidad, peso unitario, estabilidad y apariencia adecuadas. Estas proporciones dependen de las propiedades particulares del concreto especificado, de las condiciones particulares bajo las cuales el concreto será producido y colocado. (Sánchez de Guzmán, 2001)

### 2.12.1 Método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados.

En el método del módulo de finura de la combinación de agregados, los contenidos de agregados fino y grueso varían para las diferentes resistencias, siendo esta variación función, principalmente, de la relación agua/cemento y del contenido total de agua, expresados a través del contenido de cemento de la mezcla.

Este método tiene como consideración fundamenta, además de lo ya expresado, la premisa de que el módulo de finura del agregado, fino o grueso, es un índice de superficie específica y que en la medida que se aumenta se incrementa la demanda de pasta, así

como que si se mantiene constante la pasta y se incrementa la finura del agregado disminuye la resistencia por adherencia.

Se ha podido establecer una ecuación que relaciona el módulo de finura de los agregados fino y grueso, así como su participación porcentual en el volumen absoluto total de agregado.

Dicha ecuación es:

$$m = r_f \times m_f + r_g \times m_g \dots \dots \dots (1)$$

La proporción de agregado fino, de módulo de finura conocido, en relación al volumen absoluto total del agregado necesario para, de acuerdo a la riqueza de la mezcla, obtener un módulo de finura determinado en la combinación de agregados puede ser calculada, a partir de la siguiente ecuación (Rivva, 2014):

$$r_f = \frac{(m_g - m)}{(m_g - m_f)} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

$m$  = Módulo de finura de la combinación de agregados.

$m_f$  = Módulo de finura del agregado fino.

$m_g$  = Módulo de finura del agregado grueso.

$r_f$  = Porcentaje de agregado fino en relación al vol. absoluto total de agregado.

$r_g$  =

Porcentaje de agregado grueso en relación al vol. absoluto total de agregado.

## **2.13 SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

### **2.13.1 Cálculo de Desviación Estándar**

El registro de los resultados de ensayos de resistencia en compresión, a partir del cual se calculará la desviación estándar deberá:

- a) Representar materiales, procedimientos de control de calidad, y condiciones de trabajo similares a aquellos que se espera en la obra que se va a iniciar. Las

diferencias existentes en materiales y proporciones del registro del conjunto de ensayos no deberán ser en más rigurosas que aquellas que se ha especificado para la obra propuesta.

- b) Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia en compresión de diseño especificada del orden de la del trabajo, a ser iniciado; aceptándose un rango de variación de 35 kg/cm<sup>2</sup> para resistencias en compresión hasta de 280 kg/cm<sup>2</sup>, y de 70 kg/cm<sup>2</sup> para resistencias mayores en relación a la resistencia de diseño especificada para la obra propuesta.
- c) Consiste de por lo menos 30 resultados de ensayos consecutivos, o de dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 ensayos.

La desviación estándar se calculará a partir de los resultados con que se cuenta, aplicando la siguiente ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{(x_1 - X)^2 + (x_2 - X)^2 + \dots + (x_n - X)^2}{(n - 1)}}$$

$s$  : Desviación estándar, en kg/cm<sup>2</sup>

$x_1, x_2 \dots x_n$  : Resistencia de la probeta de concreto, en kg/cm<sup>2</sup>

$X$  : Resistencia promedio de  $n$  probetas, en kg/cm<sup>2</sup>

$n$  : Numero de ensayos de la serie.

Si la compañía constructora no cuenta con un registro de resultados de muestras de ensayo, pero si tiene un registro de resultados de ensayo basado en 15 a 29 pruebas consecutivas, se deberá determinar la desviación estándar de estas y luego multiplicarla por el factor de corrección indicado en la Tabla 10, obteniéndose así la desviación estándar a ser utilizada en el cálculo de la resistencia de la resistencia promedio.

Este procedimiento da un valor más conservador para la resistencia promedio el valor de la tabla se basa en la distribución muestral de la desviación estándar y proporciona protección contra la posibilidad de que el menor número de muestras de una desviación estándar que se aparte significativamente del valor que deberá ser empleado.

**Tabla 10:** Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando se dispone de menos de 30 ensayos

| <b>Numero de Ensayos</b> | <b>Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra</b> |
|--------------------------|---|
| Menos de 15              | Usar tabla  |
| 15                       | 1.16  |
| 20                       | 1.08  |
| 25                       | 1.03  |
| 30 o mas                 | 1.00  |

**Fuente:** Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05)

### 2.13.2 Calculo de la Resistencia Promedio

- a) La resistencia a la compresión promedio requerida, la cual ha de emplearse como base para selección de las proporciones de la mezcla de concreto, deberá ser el mayor de los valores obtenidos a partir de la solución de las ecuaciones (1) o (2), en las que se empleará, según sea el caso.

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1.34s \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2.33s - 35 \quad \dots\dots\dots (2)$$

La ecuación (1) da una probabilidad de 1 en 100 de que el promedio de tres resultados de ensayos este por debajo de la resistencia de diseño especificada. La ecuación (2) da una probabilidad similar de que los resultados individuales de ensayos estén 35 kg/cm<sup>2</sup> por debajo de la resistencia de diseño especificada.

- b) Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar, la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la Tabla 11.

**Tabla 11:** Resistencia promedio

| <b><math>f'_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b><math>f'_{cr}</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|--|---|
| Menos de 210                                 | $f'_c + 70$                                     |
| 210 a 350                                    | $f'_c + 84$                                     |
| sobre 350                                    | $f'_c + 98$                                     |

**Fuente:** Rivva López, 2014

# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS PROCEDENTES DE LAS CANTERAS UNOCOLLA, ISLA, YOCARA, PIEDRA AZUL DE LACIUDAD DE JULIACA

Los agregados usados para esta investigación fueron extraídos de cuatro canteras aledañas a la ciudad de Juliaca, Cantera Unocolla, Cantera Isla, Cantera Yocará y Cantera Piedra azul, se consideró estas canteras porque son las más usadas para la elaboración de concreto en obras civiles de la ciudad de Juliaca.

#### Cantera Unocolla

Se encuentra a 8 kilómetros de la ciudad de Juliaca, se puede acceder por la carretera Juliaca – Lampa, la explotación de agregados de las orillas del rio es de dos maneras, que son manualmente y con apoyo de maquinarias además que presentan en sus alrededores vegetación como es la paja y también el pasto aprovechado por la ganadería.



**Figura 4:** Traslado de agregado natural de la Cantera Unocolla

**Fuente:** Elaboración propia

### **Cantera Isla**

Se encuentra a 10 km de la ciudad de Juliaca con un acceso accidentado, la explotación de agregados de las orillas del río es de dos maneras, que son manualmente y con apoyo de maquinarias además que presentan en sus alrededores vegetación como es la paja y también el pasto aprovechado por la ganadería.



**Figura 5:** Traslado de agregado natural de la Cantera Isla  
**Fuente:** Elaboración propia

### **Cantera Yocará**

Se encuentra a 17 km. aproximadamente, ubicada en la Comunidad de Yocará, Distrito de Juliaca, Provincia de San Román, con un acceso pavimentado compuesto por la autopista héroes de la guerra del pacifico que es la vía Juliaca-Cabanillas

### **Cantera Piedra Azul**

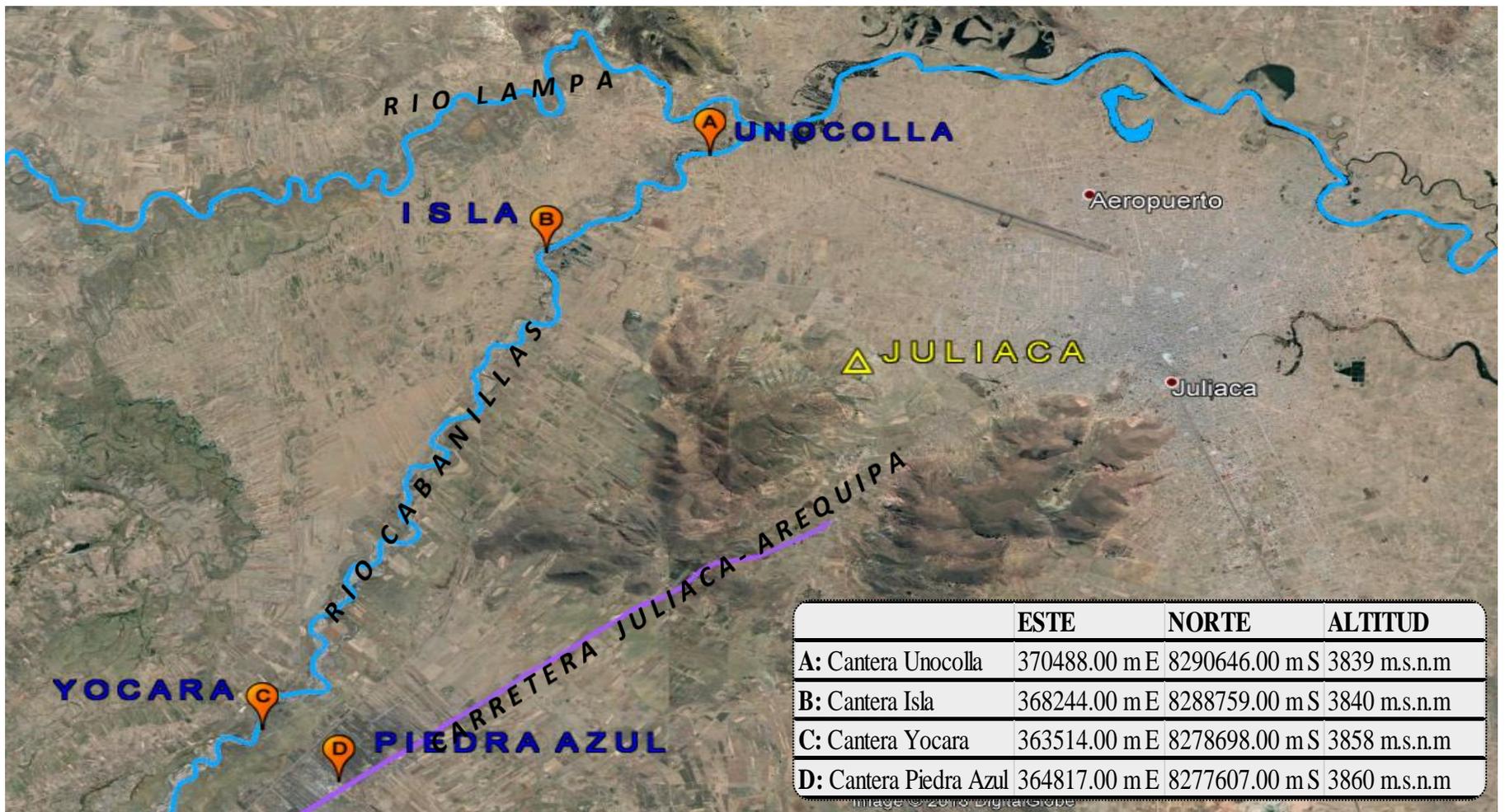
La cantera Piedra Azul (planta chancadora) se encuentra a km 16 + 000 de Juliaca –Cabanillas (agregado grueso).



**Figura 6:** Traslado de agregado de la Cantera Yocará  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 7:** Traslado de agregado grueso (piedra chancada) Planta Chancadora Piedra Azul km16 Carretera Juliaca – Cabanillas  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 8:** Ubicación de las canteras de agregados, **A:** Cantera Unocolla, **B:** Cantera Isla, **C:** Cantera Yocará y **D:** Cantera Piedra Azul

**Fuente:** <https://www.google.com/maps/place/Juliaca,+Perú/>

## **3.2 ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS**

Para el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras YOCARA, PIEDRA AZUL, ISLA y UNOCOLLA se desarrollaron los siguientes ensayos con las normativas respectivas:

- Abrasión ASTM C-131
- Colorimetría ASTM C-40
- Densidad Real y Peso específico ASTM C-127 y ASTM C-128
- Capacidad de Absorción ASTM C-70
- Contenido de Humedad NTP 339.185, ASTM C-566
- Densidad Aparente Suelta Y Compactada ASTM C-29
- Granulometría ASTM 422, ASTM C-136, ASTM C-33, ASTM C-125
- Densidad del Cemento Portland IP ASTM C-188

### **3.2.1 Contenido de Humedad**

#### **Norma**

NTP 339.185, ASTM C 566

#### **Equipos y materiales**

- Balanza
- Horno 105 +/- 5°C
- Taras
- Bandeja

#### **Descripción del Proceso**

- Se cuartea el material para tomar una muestra representativa, se coloca la muestra en envases previamente tarados.
- Se registra el peso de la tara más el material “húmedo” y se lleva al horno por 24 horas a 105 +/- 5°C; pasado este tiempo, y luego del enfriado, se procede a pesar el material seco.
- Se toman tres muestras para sacar un promedio para que el ensayo sea más aproximado.

**Tabla 12:** Contenido de humedad, agregado fino Cantera Isla

| <b>HUMEDAD AGREGADO FINO</b>         |               |                          |             |            |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------|-------------|------------|
| <b>Descripción</b>                   | <b>Unidad</b> | <b>Numero de ensayos</b> |             |            |
|                                      |               | <b>B-1</b>               | <b>B-3</b>  | <b>B-4</b> |
| Peso de la capsula                   | gr.           | 28.60                    | 29.15       | 27.68      |
| Peso capsula + muestra húmeda        | gr.           | 351.47                   | 329.64      | 341.92     |
| Peso capsula + muestra seca          | gr.           | 340.50                   | 319.00      | 331.10     |
| Peso del agua                        | gr.           | 10.97                    | 10.64       | 10.82      |
| Peso de la muestra seca              | gr.           | 311.9                    | 289.85      | 303.42     |
| Contenido de humedad parcial         | %             | 3.52                     | 3.67        | 3.57       |
| <b>Contenido de humedad promedio</b> | <b>%</b>      |                          | <b>3.58</b> |            |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13:** Contenido de humedad, agregado grueso Cantera Isla

| <b>HUMEDAD AGREGADO GRUESO</b>       |               |                          |             |             |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------|-------------|-------------|
| <b>Descripción</b>                   | <b>Unidad</b> | <b>Numero de Ensayos</b> |             |             |
|                                      |               | <b>V-1</b>               | <b>M-01</b> | <b>M-05</b> |
| Peso de la capsula                   | gr.           | 81.94                    | 82.48       | 86.22       |
| Peso capsula + muestra húmeda        | gr.           | 851.44                   | 763.48      | 813.51      |
| Peso capsula + muestra seca          | gr.           | 828.00                   | 742.10      | 791.10      |
| Peso del agua                        | gr.           | 23.44                    | 21.38       | 22.41       |
| Peso de la muestra seca              | gr.           | 746.06                   | 659.62      | 704.88      |
| Contenido de humedad parcial         | %             | 3.14                     | 3.24        | 3.18        |
| <b>Contenido de humedad promedio</b> | <b>%</b>      |                          | <b>3.19</b> |             |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 14:** Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso Cantera Isla

| Descripción             | Agregado Fino | Agregado Grueso |
|-------------------------|---------------|-----------------|
| contenido de humedad w% | 3.58%         | 3.19%           |

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** El contenido de humedad es usado en la corrección por humedad del diseño de mezclas y así tener un diseño ideal con el agregado en su estado de humedad real.



**Figura 9:** Contenido de Humedad - Agregado Grueso y Agregado Fino

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.2 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

#### Norma

NTP 400.022, ASTM C 128

#### Equipo y materiales

- Balanza, con aproximación al 0.5gr
- Picnómetro (fiola), con capacidad 500 ml.
- Molde cónico metálico (cono de absorción) de  $40 \pm 3$ mm de diámetro en la parte superior,  $90 \pm 3$ mm de diámetro en la parte inferior y  $75 \pm 3$ mm de altura.

Confeccionado por una plancha metálica de un espesor igual o superior a 0.8 mm.

- Apisonador de metal, la cual es una varilla metálica con uno de sus extremos de sección plana y circular, de  $25 \pm 3$  mm de diámetro. Debe tener una masa de  $340 \pm 15$  gr.
- Bandejas
- Equipo que proporcione calor a una intensidad moderada

### **Procedimiento**

- Se selecciona una muestra de 1 kg. aproximadamente, asegurándose que es el material pasante de la malla N° 4, a continuación, este material se sumerge en el agua por un periodo de 24 horas para lograr su saturación.
- Una vez saturado, se decanta cuidadosamente el agua y comienza el proceso de desecado, poniendo el material fino en un recipiente metálico y suministrándole calor a través de una cocinilla eléctrica graduable tratando, todo el tiempo, de que este proceso sea homogéneo y constante.
- A continuación, se toma el material y se rellena el tronco de cono cuidadosamente y se apisona sin mayor fuerza con 25 golpes sobre la superficie, se retira el cono y se verificará el primer desmoronamiento lo cual indica el estado saturado superficialmente seco (S.S.S.) del agregado, que es el objetivo de esta sección del ensayo.
- Se toma el material resultante del proceso anterior y se introduce una cantidad adecuada, en el picnómetro previamente tarado y se determina su peso; en

seguida se llena de agua hasta un 90% aproximadamente de su capacidad y se retira el aire atrapado girando el picnómetro y sometiéndolo a baño maría.

- Finalmente, el picnómetro lleno hasta el total de su capacidad se pesa, se decanta nuevamente el agua y el agregado se retira a una tara para ser secado al horno por 24 horas y se determina también el peso seco de este material.

- $Peso\ específico\ aparente = \frac{A}{B+S-C}$

- $Peso\ específico\ aparente\ (S.S.S.) = \frac{S}{B+S-C}$

- $Peso\ específico\ nominal = \frac{A}{B+A-C}$

- $Absorción = \frac{S-A}{A} * 100$

Dónde:

A: Peso seco de la muestra.

B: Peso del frasco + agua.

C: Peso del frasco + agua + muestra.

S: Peso de la muestra con superficie seca.



**Figura 10:** La muestra de agregado fino SSS, se coloca en un cono, haciendo el proceso hasta que se desmorone al retirar el cono

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 11:** Llenado del agregado fino al frasco y ejecución del giro de la fiola  
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 15:** Datos del ensayo de peso específico Cantera Isla

| PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO |  |                    |               |
|--|--|--------------------|---------------|
| Datos  |  |                    |               |
| N°   | Descripción  | und.               | Cantidad      |
| 1  | Peso de la muestra superficialmente seca                                     | gr.                | 500.00        |
| 2  | Peso del picnómetro + peso del agua  | gr.                | <b>707.10</b> |
| 3  | Peso de la arena superficialmente seca + peso del picnómetro + peso del agua | gr.                | 1009.93       |
| 4  | Peso de la arena secada al horno + peso de la tara                           | gr.                | 602.35        |
| 5  | Peso de la tara  | gr.                | 112.16        |
| 6  | Peso de la arena secada al horno (4-5)                                       | gr.                | 490.19        |
| Resultados                                   |  |                    |               |
| 1  | Peso específico aparente $(6/(2+1-3))$                                       | gr/cm <sup>3</sup> | 2.49          |
| 2  | Porcentaje de absorción $((1-6)/6)$  | %                  | 2.00          |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 16:** Resultados del peso específico y absorción del agregado fino

| Peso específico y absorción |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| Peso específico aparente    | 2.49gr/cm <sup>3</sup> |
| Absorción                   | 2.00%                  |

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Los pesos específicos están relacionados con la porosidad, mientras más alto es su valor este será más estable y menos poroso. De acuerdo al valor 2.49, es

aceptable el agregado fino para la elaboración de concreto, ya que el peso específico deberá ser siempre mayor a 2.4 para obtener concretos con peso normal.

### 3.2.3 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

#### Norma

NTP 400.021, ASTM C 127

#### Equipo utilizado

- Horno 105 +/- 5 °C
- Recipientes
- Balanza
- Probeta graduada

#### Procedimiento

- De acuerdo al MTC E 206 se obtiene una muestra representativa de 3kg para un TMN de 1", la cual se satura por 24 horas, en seguida se retira el agregado cuidadosamente y se vierte sobre un paño absorbente.
- Seguidamente para obtener su estado saturado superficialmente seco mediante secado manual, se toma cierto porcentaje de la muestra S.S.S., aproximadamente 600gr, se pesa y se introduce este material a un recipiente que está sumergido en agua y que pende de una balanza de precisión adecuada, se determina su peso sumergido y a continuación este mismo material se seca en un horno por 24 horas y se determina, también, su peso seco.

$$- \text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B-C}$$

$$- \text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{B}{B-C}$$

$$- \text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A-C}$$

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

Donde:

A: Peso al aire de la muestra seca al horno. (gr.)

B: Peso de la muestra S.S.S. (gr.)

C: Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)



**Figura 12:** Agregado grueso en estado S.S.S  
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 17:** Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso Cantera Isla

| PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO |  |        |                |
|--|--|--------|----------------|
| DATOS  |  |        |                |
| N°   | Descripción  | und.   | cantidad       |
| 1  | Peso de la muestra secada al horno   | gr.    | 587.69         |
| 2  | Peso de la muestra saturada superficialmente seca                          | gr.    | 600.01         |
| 3  | Peso de la probeta aforado + peso del agua                                 | gr.    | <b>1503.61</b> |
| 4  | Peso de la probeta + peso del agua + peso de la muestra satur. super. Seca | gr.    | 1869.00        |
| 5  | Peso de la tara  | gr.    | 115.11         |
| 6  | Peso de la muestra secada al horno + peso de la tara                       | gr.    | 702.80         |
| resultados                                     |  |        |                |
| 1  | Peso específico aparente (6/(2+1-3))                                       | gr/cm3 | 2.50           |
| 2  | Porcentaje de absorción ((1-6)/6)  | %      | 2.10           |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 18:** Resultado del peso específico y absorción del agregado grueso

| <b>Peso específico y absorción</b> |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| Peso específico aparente           | 2.50 gr/cm <sup>3</sup> |
| Absorción                          | 2.10 %                  |

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 13:** Peso específico y absorción de agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.4 Peso Unitario

#### Norma

NTP 400.017, ASTM C 29

#### Equipo y materiales

- Balanza
- Martillo de goma
- Pala, bandeja, brochas.
- Varilla metálica lisa con punta semiesférica
- Recipientes de volúmenes adecuados.

#### Procedimiento

- Se elige un molde de dimensiones adecuadas, de acuerdo al TMN del agregado, sin embargo, para el ensayo se utilizó un molde de briqueta de 15

cm x 30 cm aproximadamente, por ser el más aproximado a las recomendaciones del ensayo. Se determina su peso y dimensiones de tal manera que se pueda lograr su volumen.

- Para determinar el peso unitario compactado por apisonado del agregado se deberá colocar el material en tres capas de igual volumen, de tal manera que colmen el molde; cada capa recibe un total de 25 golpes con el apisonador sin que este choque a la base o altere capas inferiores de agregado, finalmente se enrasa el molde con el mismo apisonador y se pesa el molde más agregado.
- Para determinar el peso unitario suelto del agregado, el procedimiento es similar, más en este caso no se utiliza el apisonador, solo se deja caer la muestra desde una altura no mayor a 2" desde el borde superior con una herramienta adecuada que puede ser una cuchara, se enrasa y pesa como en el caso anterior.

**NOTA.** El procedimiento es el mismo para el agregado grueso y fino; se usó también el mismo molde y para calcular vacíos en el agregado se usó el dato peso específico aparente el cual será hallado en el ensayo gravedad específica y absorción de los agregados gruesos.



**Figura 14:** Peso unitario suelto y compacto del agregado fino  
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 19:** Peso unitario suelto del agregado fino

| AGREGADO FINO             |                   |                |         |         |
|---------------------------|-------------------|----------------|---------|---------|
| Descripción               | Und.              | N° de muestras |         |         |
|                           |                   | 1              | 2       | 3       |
| Peso del material + molde | g                 | 19045          | 19050   | 19040   |
| Peso del molde            | g                 | 10010          | 10010   | 10010   |
| Peso del material         | g                 | 9035           | 9040    | 9030    |
| Volumen del molde         | cm <sup>3</sup>   | 5559.84        | 5559.84 | 5559.84 |
| Peso unitario             | g/cm <sup>3</sup> | 1.625          | 1.626   | 1.624   |
| Promedio                  | g/cm <sup>3</sup> | 1.625          |         |         |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 20:** Peso unitario compactado del agregado fino Cantera Isla

| PESO UNITARIO VARILLADO   |                   |                |         |         |
|---------------------------|-------------------|----------------|---------|---------|
| Descripción               | Und.              | N° de muestras |         |         |
|                           |                   | 1              | 2       | 3       |
| Peso del material + molde | g                 | 20050          | 20010   | 20025   |
| Peso del molde            | g                 | 10010          | 10010   | 10010   |
| Peso del material         | g                 | 10040          | 10000   | 10015   |
| Volumen del molde         | cm <sup>3</sup>   | 5559.84        | 5559.84 | 5559.84 |
| Peso unitario             | g/cm <sup>3</sup> | 1.806          | 1.799   | 1.801   |
| Promedio                  | g/cm <sup>3</sup> | 1.802          |         |         |

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Estos valores se encuentran dentro de los rangos recomendables que son entre 1500 y 1900 kg/m<sup>3</sup>, teniendo una mayor capacidad de acomodación de sus partículas.

A continuación, se muestran los valores obtenidos del ensayo de Peso Unitario del agregado grueso.

**Tabla 21:** Peso unitario suelto del agregado grueso Cantera Isla

| AGREGADO GRUESO |      |                |   |   |
|-----------------|------|----------------|---|---|
| Descripción     | Und. | N° de muestras |   |   |
|                 |      | 1              | 2 | 3 |

|                           |                   |         |         |         |
|---------------------------|-------------------|---------|---------|---------|
| Peso del material + molde | g                 | 18440   | 18380   | 18420   |
| Peso del molde            | g                 | 10010   | 10010   | 10010   |
| Peso del material         | g                 | 8430    | 8370    | 8410    |
| Volumen del molde         | cm <sup>3</sup>   | 5559.84 | 5559.84 | 5559.84 |
| Peso unitario             | g/cm <sup>3</sup> | 1.516   | 1.505   | 1.513   |
| Promedio                  | g/cm <sup>3</sup> |         | 1.511   |         |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 22:** Peso unitario compactado del agregado grueso Cantera Isla

| PESO UNITARIO VARILLADO   |                   |                |         |         |
|---------------------------|-------------------|----------------|---------|---------|
| Descripción               | Und.              | N° de muestras |         |         |
|                           |                   | 1              | 2       | 3       |
| Peso del material + molde | g                 | 19320          | 19325   | 19330   |
| Peso del molde            | g                 | 10010          | 10010   | 10010   |
| Peso del material         | g                 | 9310           | 9315    | 9320    |
| Volumen del molde         | cm <sup>3</sup>   | 5559.84        | 5559.84 | 5559.84 |
| Peso unitario             | g/cm <sup>3</sup> | 1.675          | 1.675   | 1.676   |
| Promedio                  | g/cm <sup>3</sup> |                | 1.675   |         |

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Estos valores se encuentran dentro de los rangos recomendables que son entre 1500 y 1900 kg/m<sup>3</sup>, teniendo una mayor capacidad de reacomodo de sus partículas.



**Figura 15:** Peso unitario suelto y compacto del agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.2.5 Análisis Granulométrico**

#### **Norma**

NTP 400.012, ASTM C 136

#### **Equipo y materiales**

- Balanza. -Si se va a pesar agregados finos se debe utilizar una balanza con aproximación de 0.1gr, en el caso de agregado grueso, una balanza con aproximación al 0.5gr.
- Tamices. - La serie de tamices para agregados gruesos son: 3", 2", 1 ½", 1", ¾", 1/2", 3/8", # 4 y para agregados finos son #4, # 8, # 16, #30, #50, #100, #200 base y tapa.
- Horno a 105 +/- 5°C

#### **Procedimiento**

- Se separa el material por la malla N°4, el retenido será agregado grueso y el fino será el que pase este tamiz.
- Una vez obtenido el material seco y libre de impurezas se vierte en el juego de tamices y se comienza el proceso con ligeros golpes y girando el conjunto hasta obtener peso constante en cada tamiz.
- Para el agregado grueso, por ser mayor la cantidad, el total de la muestra se pasará por cada tamiz.

- Cada cantidad retenida de agregado se pesa, incluyendo lo que queda en la base; además se deberá pesar el total del material antes de comenzar la operación y compararla con la suma de los retenidos en las mallas, que como se explicó, esta diferencia no deberá exceder el 0.3%.



**Figura 16:** Análisis Granulométrico – A. Fino y A. Grueso  
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 23:** Granulometría del agregado fino Cantera Isla

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO<br>RETENIDO | % PESO<br>RETENIDO | % RETENIDO<br>ACUMULADO | % QUE<br>PASA | ESPECIF. |
|--------------|----------|------------------|--------------------|-------------------------|---------------|----------|
| 4"           | 101.600  |                  |                    |                         |               |          |
| 3"           | 76.200   |                  |                    |                         |               |          |
| 2 1/2"       | 63.500   |                  |                    |                         |               |          |
| 2"           | 50.800   |                  |                    |                         |               |          |
| 1 1/2"       | 38.100   |                  |                    |                         |               |          |
| 1"           | 25.400   |                  |                    |                         |               |          |
| 3/4"         | 19.050   |                  |                    |                         |               |          |
| 1/2"         | 12.700   |                  |                    |                         |               |          |
| 3/8"         | 9.525    |                  |                    |                         | 100.00        | 100 100  |
| 1/4"         | 6.350    | 0.0              | 0.00               | 0.00                    | 100.00        |          |
| N° 4         | 4.760    | 1.5              | 0.11               | 0.11                    | 99.89         | 95 100   |
| N° 8         | 2.360    | 359.3            | 25.91              | 26.01                   | 73.99         |          |
| N° 16        | 1.190    | 349.4            | 25.19              | 51.21                   | 48.79         | 45 80    |
| N° 30        | 0.600    | 288.3            | 20.79              | 72.00                   | 28.00         | 25 60    |
| N° 50        | 0.300    | 250.0            | 18.03              | 90.02                   | 9.98          | 10 30    |
| N° 100       | 0.149    | 89.2             | 6.43               | 96.45                   | 3.55          | 2 10     |
| N° 200       | 0.074    | 39.5             | 2.85               | 99.30                   | 0.70          | 0 3      |
| < N° 200     |          | 9.7              | 0.70               | 100.00                  | 0.00          |          |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>1386.9</b>    | <b>100.00</b>      |                         |               |          |

Fuente: Elaboración propia

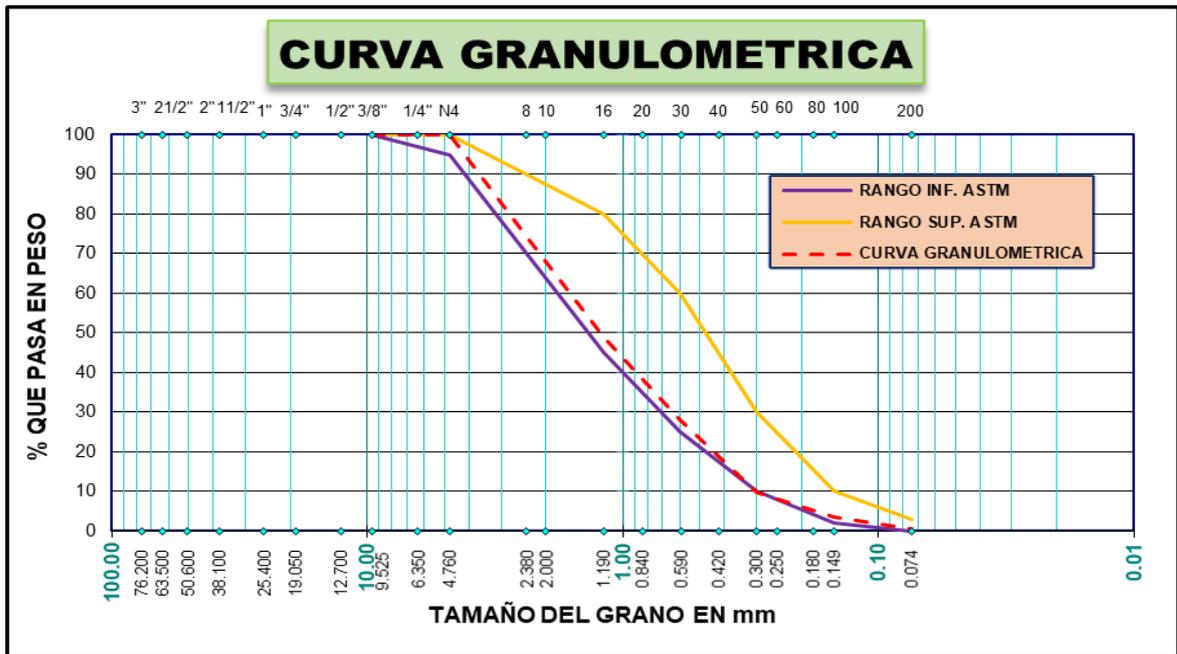


Figura 17: Curva granulométrica del agregado fino  
Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se puede observar que la granulometría del agregado fino está dentro de los límites establecidos por la norma NTP 400.037, por lo que se considera aceptable para la preparación de concreto.

**Módulo de Fineza (NTP 400.011)**

El módulo de finura se obtuvo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4)}{100}$$

$$MF = \frac{0.11 + 26.01 + 51.21 + 72.00 + 90.02 + 96.50}{100}$$

$$MF = 3.36$$

De donde el módulo de fineza del agregado fino ensayado es: 3.36.

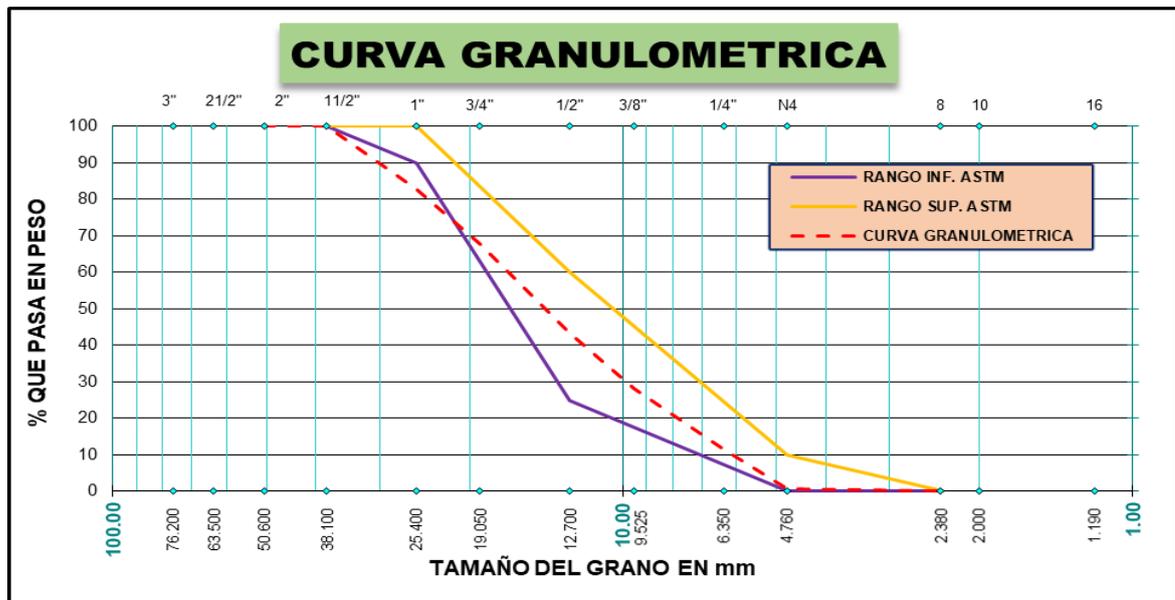
**Interpretación:** El módulo de fineza del agregado fino suma valor, debido este mencionado agregado es el que proporciona la consistencia a la mezcla, de acuerdo a lo

que se observa el valor de 3.16 significa que en mayor porcentaje es de agregado de granulometría gruesa.

**Tabla 24:** Granulometría del agregado grueso Cantera Isla

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|
| 4"           | 101.600  |               |                 |                      |            |          |
| 3"           | 76.200   |               |                 |                      |            |          |
| 2 1/2"       | 63.500   |               |                 |                      |            |          |
| 2"           | 50.800   |               |                 |                      | 100.00     |          |
| 1 1/2"       | 38.100   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     | 100 100  |
| 1"           | 25.400   | 1730.0        | 17.33           | 17.33                | 82.67      | 90 100   |
| 3/4"         | 19.050   | 1470.0        | 14.73           | 32.06                | 67.94      |          |
| 1/2"         | 12.700   | 2450.0        | 24.55           | 56.61                | 43.39      | 25 60    |
| 3/8"         | 9.525    | 1525.0        | 15.28           | 71.89                | 28.11      |          |
| 1/4"         | 6.350    | 1675.0        | 16.78           | 88.68                | 11.32      |          |
| N° 4         | 4.760    | 1060.0        | 10.62           | 99.30                | 0.70       | 0 10     |
| N° 8         | 2.360    | 70.0          | 0.70            | 100.00               | 0.00       | 0 0      |
| N° 16        | 1.190    |               |                 |                      |            |          |
| N° 30        | 0.600    |               |                 |                      |            |          |
| N° 50        | 0.300    |               |                 |                      |            |          |
| N° 100       | 0.149    |               |                 |                      |            |          |
| N° 200       | 0.074    |               |                 |                      |            |          |
| < N° 200     |          |               |                 |                      |            |          |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>9980.0</b> | <b>100.00</b>   |                      |            |          |

Fuente: Elaboración propia



**Figura 18:** Curva granulométrica del agregado grueso Cantera Isla

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados indican que los agregados, aunque se encuentran de manera muy ajustada dentro de los límites permitidos y recomendados de granulometría, se pueden considerar como aceptables y adecuados para el uso de ellos en el proceso de investigación.

### **Módulo de Fineza (NTP 400.011)**

El módulo de fineza del agregado grueso, para su cálculo se usa el mismo criterio que para la arena, o sea se suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividida entre 100.

*MF*

$$= \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

$$MF = \frac{0 + 17.33 + 32.06 + 71.81 + 99.30 + 500}{100}$$

$$MF = 7.21$$

El módulo de fineza del agregado grueso ensayado es: 7.21

**Interpretación:** El módulo de fineza del agregado grueso es menos usado que el de la arena, de 7.22 significa que en mayor porcentaje es agregado de granulometría gruesa.

### **3.2.6 Densidad del Cemento Portland IP (ASTM C 188, AASTHO T - 133)**

Se ha seguido el siguiente procedimiento:

- a. Lavamos el frasco Le Chatelier y secamos su interior (asegurarse que se encuentre libre de residuos y de humedad).
- b. Llenamos el frasco Le Chatelier entre las marcas de 0 y 1 ml (se recomienda llenar el frasco hasta la marca de 0 ml), con kerosene de acuerdo a lo especificado para el material y equipo. Secar el cuello del frasco si es necesario.

- c. El procedimiento siguiente es sumergir el frasco en Baño María a temperatura ambiente hasta que no existan diferencias mayores de 0.2 C entre la temperatura del líquido dentro del frasco y la temperatura del líquido exterior a éste. Debido a que cuando se desprendan las burbujas de aire el líquido dentro del frasco disminuirá, llenar éste con una pipeta entre las marcas de 0 y 1 ml (se recomienda mantener la medida en cero). Anotar en la hoja de reporte el volumen de líquido dentro del frasco y la temperatura de ensayo (temperatura ambiente).
- d. Pesamos una cantidad de cemento de  $64 \pm 0.05$  g y depositamos en el frasco. Teniendo cuidado al depositar el cemento de evitar salpicaduras y observar que el cemento no se adhiera al interior del frasco por encima del líquido. Se puede utilizar un aparato vibratorio o un embudo para acelerar la colocación del cemento y para prevenir que éste se adhiera al cuello del frasco.
- e. Colocamos el tapón en el frasco y hacemos girar éste en una posición inclinada o girarlo horizontalmente y suavemente en círculo, de tal manera de liberar de aire el cemento hasta que ya no exista escape de burbujas hacia la superficie.
- f. Sumergimos el frasco en el Baño María y controlamos la temperatura de éste tal como se hizo en el numeral 3) de este apartado. Medir el volumen y anotarlo.
- g. Para desalojar el cemento del frasco que contiene kerosene, colocar éste boca abajo, sin destaparlo. Mover el frasco, y el cemento se ubicará en las cercanías de la boca de éste.

La principal utilidad que tiene el peso específico del cemento está relacionada con el diseño y control de mezclas de concreto, la misma que se determina de la siguiente manera:

$$C d. = \frac{64.00}{(22.85 - 0.65)}$$

$$C d. = 2.88$$

$$C p. e. r = \frac{2.88}{(1.00)}$$

$$C p. e. r = 2.88$$



**Figura 19:** Materiales e instrumentos a usar para el cálculo de densidad del cemento

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 20:** Colocación del cemento en el frasco le chatelier

**Fuente:** elaboración propia

### **3.2.7 Ensayo de Abrasión**

Arequipa Coba y Garzón (2014), menciona que el ensayo de abrasión consta en diagnosticar el desgaste de los agregados gruesos, utilizados para la elaboración de concreto, El ensayo usa la Máquina de los Ángeles, la cual consiste en un tambor de acero de forma cilíndrica y hueca, las revoluciones son ocasionadas por el motor que se encuentra conectado al eje del tambor de acero.

Las rotaciones se realizan junto a esferas solidas de acero que se colocan dentro del tambor de acero, generando una fuerza fricción que desgasta los agregados, el resultado se refleja en un coeficiente de uniformidad, que también es tomado de acuerdo al porcentaje de perdidas con respecto al peso inicial que se genera entre las 100 y 500 revoluciones.

El ensayo de abrasión facilita información de las propiedades físicas de desgaste que es de suma importancia para calcular la resistencia y durabilidad que tendrá el concreto luego de su elaboración.

El presente ensayo se hizo de acuerdo a la Norma ASTM C-131. y se determinó las propiedades de las canteras de YOCARA, PIEDRA AZUL, ISLA y UNOCOLLA.

#### **Equipo utilizado**

- Horno 105 +/- 5 °C
- Tamices 3/4", 1/2", 3/8" y N°12
- Bandejas
- Equipo de LOS ANGELES
- Cucharon
- Balanza de precisión

#### **Procedimiento**

- Se selecciona el método y el material de acuerdo al MTC E 207 – 2000, en nuestro caso se trata del método B para el agregado natural; el total del material es 5000gr, 2500gr de material pasante de la malla 3/4" y retenido en la malla 1/2" y 2500gr de material pasante de la malla 1/2" y retenido en la malla 3/8".
- De la misma manera que el anterior se selecciona el método y el material de acuerdo al MTC E 207 – 2000, en nuestro caso se trata de método C para el agregado normalizado; el total del material es 5000gr, 2500gr de material pasante de la malla 3/8" y retenido en la malla 1/4" y 2500gr de material pasante de la malla 1/4" y retenido en la malla N° 04.
- El material a ser utilizado en el ensayo deberá estar lavado y seco.
- La norma establece que para el método de ensayo B se usan 11 esferas, estas junto con el total del material se depositan en la máquina de Los Ángeles y se programa, según indica el manual, 500 revoluciones a 30 – 33rpm.
- Para el método de ensayo C se usan 8 esferas, estas junto con el total del material se depositan en la máquina de Los Ángeles y se programa, según indica el manual, 500 revoluciones a 30 – 33rpm.
- Una vez culminada esta sección, se retira el material y se tamiza por la malla N°12, el retenido se lava y seca en el horno, y se pesa dicho material. El resultado del ensayo es la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra ensayada, expresado como tanto por ciento del peso original. El resultado del ensayo (% desgaste) recibe el nombre de coeficiente de desgaste de Los Ángeles. Calculándose tal valor así:

**Tabla 25:** Desgaste por abrasión en la Maquina de los Ángeles Cantera Isla

| N° DE MALLA         |          | CANTIDAD |        | MATERIAL                   | % DE                 |      | METODO | CANTIDAD DE ESFERAS |
|---------------------|----------|----------|--------|----------------------------|----------------------|------|--------|---------------------|
| PASANTE             | RETENIDO | PESO     | UNIDAD | RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12 | DESGASTE DE ABRASION |      |        |                     |
| 1 1/2"              | 1"       | 1250     | gr.    |                            |                      |      |        |                     |
| 1"                  | 3/4"     | 1252     | gr.    |                            |                      |      |        |                     |
| 3/4"                | 1/2"     | 1251     | gr.    |                            |                      |      |        |                     |
| 1/2"                | 3/8"     | 1250     | gr.    |                            |                      |      | A      | 12                  |
| TOTAL EN PESO       |          | 5003     | gr.    | 4198                       | gr.                  | 805  | gr.    |                     |
| TOTAL EN PORCENTAJE |          | 100      | %      |                            |                      | 16.1 | %      |                     |

**Observación:** tamaños menores (500 revoluciones)

**Recomendaciones:** La muestra posee un desgaste del 16.1% lo cual cumple con las exigencias de la norma ASTM C 131, es recomendable para la elaboración de concreto.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 21:** Agregados retenidos en los tamices para ensayo de desgaste

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 22:** Máquina de los Ángeles  
**Fuente:** Elaboración propia



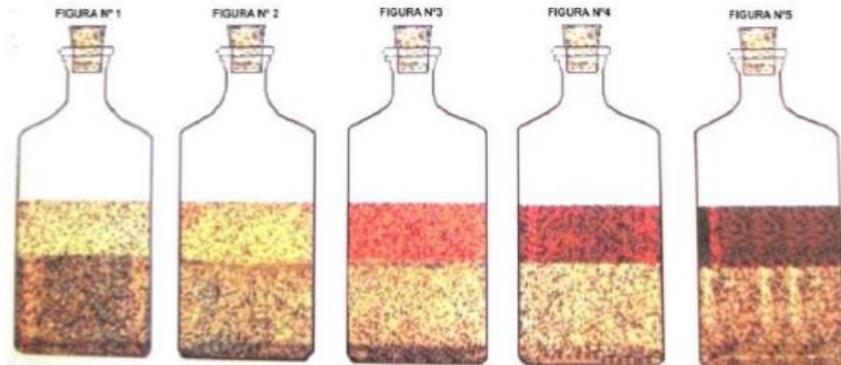
**Figura 23:** Ensayo de desgaste por abrasión de Los Ángeles  
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.8 Ensayo de Colorimetría

Herrería y Villegas (2008), mencionan que este método de ensayo cubre dos procedimientos para la terminación aproximada de la presencia de materia orgánica e impurezas perjudiciales en los agregados para el concreto. Un procedimiento utiliza una solución de color estándar y el otro utiliza colores estándar en vidrio.

Se tomó en cuenta que la arena contiene componentes posiblemente orgánicos perjudiciales, si el color del líquido que está por encima de la muestra de ensayo, es más oscuro que el color normal de referencia o color patrón.

En este ensayo se utilizó la Norma ASTM C-40, para determinar las propiedades de las canteras YOCARA, ISLA y UNOCOLLA.

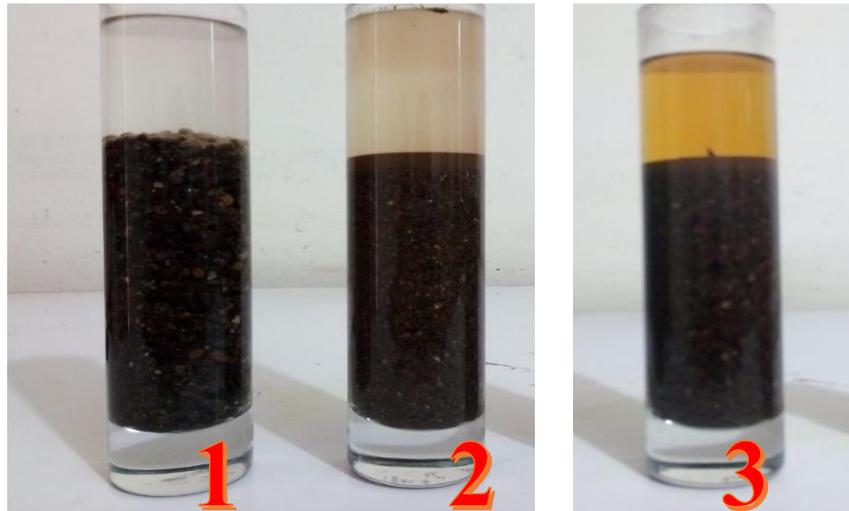


**Figura 24:** Colores patrones de acuerdo a las impurezas orgánicas  
**Fuente:** Adaptado de ASTM C-40

**Tabla 26.** Tabla de colores

|   |                                    |  |
|---|------------------------------------|--|
| 1 | <b>Blanco claro a transparente</b> | Arena de muy buena calidad por no contener materia orgánica, limos o arcillas.                 |
| 2 | <b>Amarillo pálido</b>             | Arena de poca presencia de materia orgánica, limos o arcillas. Se considera de buena calidad.  |
| 3 | <b>Amarillo Encendido</b>          | Contiene materia orgánica en altas cantidades. Puede usarse en hormigones de baja resistencia. |
| 4 | <b>Café</b>                        | Contiene materia orgánica en concentraciones muy elevadas. Se considera de mala calidad.       |
| 5 | <b>Café Chocolate</b>              | Arena de muy mala calidad. Existe demasiada materia orgánica, limos o arcillas. No se usa.     |

**Fuente:** Adaptado de ASTM C-40.



**Figura 25:** Ensayo de Colorimetría: 1.- Cantera Isla, 2.- Cantera Yocar y 3.- Cantera Unocolla.

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Según la tabla 26. De colores, la cantera Isla y Yocar son de buena calidad, y la cantera Unocolla puede usarse en concretos de baja resistencia

### 3.3 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Una vez que se conocen las propiedades de cada uno de los componentes del concreto, podemos combinarlos en proporciones adecuadas buscando así cumplir con las especificaciones solicitadas (resistencia a la compresión), y tener un comportamiento eficiente ante las condiciones a las que estará expuesto.

El diseño de mezclas se ha realizado por el método del Módulo de Fineza, buscando así obtener una mejor combinación de los agregados grueso y fino (en función de sus módulos de fineza).

La resistencia a la compresión de diseño se plantea 210 kg/cm<sup>2</sup> (a los 28 días), puesto que ésta es considerada como la resistencia común que se usan en obras civiles.

### 3.3.1 Materiales Cementantes

Se ha optado por trabajar con Cemento Portland tipo IP (ASTM C150) marca RUMI, por ser éste de uso general para obras sin especificaciones particulares, y la marca RUMI por ser esta comercial en la región de Puno.

### 3.3.2 Agregados

Se utilizaron los agregados provenientes de la cantera Isla, el tamaño estándar del agregado grueso se ciñe a la gradación N° 57 (ASTM C 33). Y éstos presentan las siguientes características:

**Tabla 27:** Propiedades del Agregado de la Cantera Isla

| DESCRIPCION              | UNIDAD            | AGREGADOS |        |
|--------------------------|-------------------|-----------|--------|
| PROCEDENCIA              |                   | FINO      | GRUESO |
| Tamaño máximo            |                   | N° 4      | 11/2"  |
| Tamaño máximo nominal    | Pulg              | -         | 1"     |
| Peso específico          | gr/cc             | 2.49      | 2.50   |
| Peso unitario suelto     | Kg/m <sup>3</sup> | 1625      | 1511   |
| Peso unitario compactado | Kg/m <sup>3</sup> | 1802      | 1675   |
| Contenido de humedad     | %                 | 3.58      | 3.19   |
| Absorción                | %                 | 2.00      | 2.10   |
| Módulo de fineza         |                   | 3.36      | 7.03   |

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.3 Agua

Se usó agua potable del Laboratorio de Construcciones de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano – PUNO.

## 3.4 DISEÑO DE MEZCLA CANTERA ISLA $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$ – MÉTODO: MÓDULO DE FINEZA

A continuación, se presenta la secuencia del diseño de mezcla de concreto de la Cantera Isla.

Datos: Cantera Isla.

| DESCRIPCION              | UNIDAD | CEMENTO | AGREGADOS |      |        |
|--------------------------|--------|---------|-----------|------|--------|
| PROCEDENCIA              | RUMI   | TIPO    | IP        | FINO | GRUESO |
| TAMAÑO MAXIMO            | Pulg   |         |           | -    | 1      |
| PESO ESPECIFICO          | gr/cc  | 2.88    |           | 2.45 | 2.53   |
| PESO UNITARIO SUELTO     | Kg/m3  |         |           | 1615 | 1523   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m3  |         |           | 1712 | 1681   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | %      |         |           | 3.58 | 3.19   |
| ABSORCION                | %      |         |           | 2.00 | 2.10   |
| MODULO DE FINEZA         |        |         |           | 3.36 | 7.03   |

#### a) Cálculo de la Resistencia Promedio

Puesto que no se cuenta con registros anteriores de desviación estándar, para el cálculo de la resistencia promedio se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 28:** Resistencia Promedio

| $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | $f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|---------------------------------|
| Menos de 210                 | $f'_c + 70$                     |
| 210 a 350                    | $f'_c + 84$                     |
| sobre 350                    | $f'_c + 98$                     |

**Fuente:** Rivva, 2014.

Por lo tanto, para una resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se considera el factor de 84 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo una resistencia promedio de 294 kg/cm<sup>2</sup>.

#### b) Tamaño Máximo Nominal del Agregado

El tamaño máximo nominal del agregado grueso considerado para la presente investigación es de 1", siendo el tamaño máximo 1 ½".

#### c) Selección del Asentamiento

Se ha considerado realizar el diseño de mezcla con una consistencia plástica con el fin de garantizar la trabajabilidad del concreto, teniéndose un revenimiento de 3" a 4".

#### d) Volumen Unitario de Agua

Para la determinación del volumen unitario de agua, se ha considerado la siguiente tabla establecida por el ACI 211:

**Tabla 29:** Volumen unitario de agua

| Asentamiento                          | Agua, en lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños Máximos Nominales de agregado grueso y consistencia indicados |      |      |            |      |     |     |     |
|---------------------------------------|---|------|------|------------|------|-----|-----|-----|
|                                       | 3/8"  | 1/2" | 3/4" | 1"         | 1 ½" | 2"  | 3"  | 6"  |
| <b>Concretos Sin Aire Incorporado</b> |   |      |      |            |      |     |     |     |
| 1" a 2"                               | 207   | 199  | 190  | 179        | 166  | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4"                               | 228   | 216  | 205  | <b>193</b> | 181  | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7"                               | 243   | 228  | 216  | 202        | 190  | 178 | 160 | --- |
| <b>Concretos Con Aire Incorporado</b> |   |      |      |            |      |     |     |     |
| 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  | 197  | 184        | 174  | 166 | 154 | --- |

**Fuente:** Rivva, 2014.

Por lo tanto, para una mezcla de consistencia plástica (revenimiento de 3" a 4"), y de tamaño máximo nominal de 1", se tiene un volumen unitario de 193 l/m<sup>3</sup>.

#### e) Selección del Contenido de Aire

Puesto que no ha sido considerado la incorporación de aire en el diseño, se procede a obtener el porcentaje de aire atrapado, según la siguiente tabla:

**Tabla 30:** Contenido de aire atrapado

| Tamaño Máximo Nominal | Aire atrapado |
|-----------------------|---------------|
| 3/8"                  | 3.00%         |
| 1/2"                  | 2.50%         |
| 3/4"                  | 2.00%         |
| <b>1"</b>             | <b>1.50%</b>  |
| 1 ½"                  | 1.00%         |
| 2"                    | 0.50%         |
| 3"                    | 0.30%         |
| 6"                    | 0.20%         |

**Fuente:** Rivva, 2014.

Por lo tanto, para un tamaño máximo nominal de 1", se tiene 1.5% de aire atrapado en la mezcla.

**f) Relación Agua/Cemento**

**Tabla 31:** Relación agua cemento a/c

| f'cr<br>(28 días) | Relación Agua - Cemento de diseño en peso. |                                |
|-------------------|--|--------------------------------|
|                   | Concretos Sin Aire Incorporado             | Concretos Con Aire Incorporado |
| 150               | 0.80                                       | 0.71                           |
| 200               | <b>0.70</b>                                | 0.61                           |
| <b>250</b>        | <b>0.62</b>                                | 0.53                           |
| <b>300</b>        | <b>0.55</b>                                | 0.46                           |
| 350               | 0.48                                       | 0.40                           |
| 400               | 0.43                                       | ---                            |
| 450               | 0.38                                       | ---                            |

**Fuente:** Rivva, 2014.

Entrando en la tabla, para una resistencia promedio correspondiente a **294 kg/cm<sup>2</sup>** en un concreto sin aire incorporado, se encuentra una relación agua-cemento por resistencia de **0.56**.

**g) Factor Cemento**

Determinamos el factor cemento por la siguiente expresión:

$$FC = \frac{\text{Vol. unitario de agua}}{\text{Relación a/c}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{0.56} = 345.63 \text{ kg/m}^3$$

**h) Cálculo del Volumen Absoluto de Pasta**

Determinamos los volúmenes unitarios de los componentes de la pasta

$$\text{Vol. unitario de cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{P.e. del cemento}} = \frac{345.63 \text{ kg/m}^3}{2880 \text{ kg/m}^3} = 0.120$$

$$\text{Vol. unitario de agua} = \frac{\text{Vol. unit. agua}}{\text{P.e. del agua}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.193$$

$$\text{Vol. unitario de Aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 1.5\% = 0.015$$

**Tabla 32:** Volúmenes absolutos de pasta

| <b>VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA</b> |              |
|----------------------------------|--------------|
| Cemento                          | 0.120        |
| Agua                             | 0.193        |
| Aire                             | 0.015        |
| <b>VOLUMEN ABSOLUTO</b>          | <b>0.328</b> |

**Fuente:** Elaboración propia

**i) Cálculo del Volumen Absoluto de Agregado**

Siendo el agregado complemento de la pasta, se tiene que:

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = \text{Vol. total (1)} - \text{Vol. absoluto de la pasta}$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = 1 - 0.328 = 0.672$$

**j) Cálculo del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados**

Una vez conocido el volumen absoluto de agregado en general, necesitamos obtener los volúmenes absolutos de los agregados grueso y fino respectivamente.

Para ello es necesario determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), en la siguiente tabla:

**Tabla 33:** Módulo de fineza de la combinación de los agregados

| <b>TAMAÑO<br/>MAXIMO DE<br/>AGREGADO<br/>plg.</b> | <b>Módulo de fineza de la combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos por metro cubico indicados</b> |          |          |             |             |           |           |           |           |
|---|---|----------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   | <b>5</b>  | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b>    | <b>9</b>    | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b> |
| <b>3/8</b>  | 3.88  | 3.96     | 4.04     | 4.11        | 4.19        | 4.27      | 4.36      | 4.44      | 4.52      |
| <b>½</b>  | 4.38  | 4.46     | 4.54     | 4.61        | 4.69        | 4.77      | 4.86      | 4.94      | 5.02      |
| <b>¾</b>  | 4.88  | 4.96     | 5.04     | 5.11        | 5.19        | 5.27      | 5.36      | 5.44      | 5.52      |
| <b>1</b>  | 5.18  | 5.26     | 5.34     | <b>5.41</b> | <b>5.49</b> | 5.57      | 5.66      | 5.74      | 5.82      |
| <b>1 ½</b>  | 5.48  | 5.56     | 5.64     | 5.71        | 5.79        | 5.87      | 5.96      | 6.04      | 6.12      |
| <b>2</b>  | 5.78  | 5.86     | 5.94     | 6.01        | 6.09        | 6.17      | 6.26      | 6.34      | 6.42      |
| <b>3</b>  | 6.08  | 6.16     | 6.24     | 6.31        | 6.39        | 6.47      | 6.56      | 6.64      | 6.72      |

**Fuente:** Rivva, 2014.

En la tabla encontramos valores de módulos de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), que ofrecen las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas/m<sup>3</sup>, entonces para el presente diseño de mezcla:

$$N^{\circ} \text{ de bolsas de cemento por } m^3 = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{Peso de la bolsa}} = \frac{345.63}{42.5} = 8.13$$

Por lo tanto, interpolando se obtiene que para 8.13 bolsas/m<sup>3</sup> de concreto el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m = 5.421$ ).

**k) Cálculo del Valor Rf.**

Obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$Rf = 100 * \frac{(mg - m)}{(mg - mf)} = 100 * \frac{(7.030 - 5.421)}{(7.030 - 3.360)} = 43.85 \%$$

Dónde:

**Rf** : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto de agregado.

**m** : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

**mg** : Módulo de fineza del agregado grueso.

**mf** : Módulo de fineza del agregado fino.

**l) Determinación del Porcentaje de Incidencia del Agregado Grueso con respecto al Agregado Global.**

$$\% Rg = 1 - Rf$$

$$\% Rg = 1 - 43.85 \%$$

$$\% Rg = 56.15 \%$$

**m) Cálculo de los Volúmenes Absolutos del Agregado.**

Se procede a obtener los volúmenes absolutos de agregado fino y grueso:

$$\text{Vol. abs. de agregado fino} = R_f * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregad fino} = 0.4385 * 0.672 = 0.295$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = R_g * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = 0.5615 * 0.672 = 0.377$$

**n) Cálculo de los Pesos Secos del Agregado.**

$$\text{Peso seco ag. fino} = \text{Vol. abs. de ag. fino} * P. e. \text{ del ag. fino}$$

$$\text{Peso seco ag. fino} = 0.295 * 2450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 721.98 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = \text{Vol. abs. de ag. grueso} * P. e. \text{ del ag. grueso}$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = 0.377 * 2530 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 954.58 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

**o) Cantidad de Material por m3 en peso.**

|                          |   |                |              |
|--------------------------|---|----------------|--------------|
| Cemento                  | : | 345.63         | Kg/m3        |
| Agua de diseño           | : | 193.00         | Lt/m3        |
| Agregado fino            | : | 721.98         | Kg/m3        |
| Agregado grueso          | : | 954.58         | Kg/m3        |
| <b>Peso de la mezcla</b> |   | <b>2215.19</b> | <b>Kg/m3</b> |

**p) Corrección por Humedad del Agregado.**

**Peso húmedo de:**

|               |        |   |        |              |
|---------------|--------|---|--------|--------------|
| Agregado fino | 721.98 | x | 3.58 % | 747.83 kg/m3 |
|---------------|--------|---|--------|--------------|

|                 |        |   |        |              |
|-----------------|--------|---|--------|--------------|
| Agregado grueso | 954.58 | x | 3.19 % | 985.03 kg/m3 |
|-----------------|--------|---|--------|--------------|

**Determinación de humedad superficial del agregado:**

|               |      |   |      |        |
|---------------|------|---|------|--------|
| Agregado fino | 3.58 | - | 2.00 | 1.58 % |
|---------------|------|---|------|--------|

|                 |      |   |      |        |
|-----------------|------|---|------|--------|
| Agregado grueso | 3.19 | - | 2.10 | 1.09 % |
|-----------------|------|---|------|--------|

**Aporte de humedad del:**

|               |        |   |        |          |
|---------------|--------|---|--------|----------|
| Agregado fino | 721.98 | x | 1.58 % | 11.41 lt |
|---------------|--------|---|--------|----------|

|                 |        |   |        |          |
|-----------------|--------|---|--------|----------|
| Agregado grueso | 954.58 | x | 1.09 % | 10.40 lt |
|-----------------|--------|---|--------|----------|

|                                 |  |  |  |                 |
|---------------------------------|--|--|--|-----------------|
| Aporte de agua de los agregados |  |  |  | <u>21.81 Lt</u> |
|---------------------------------|--|--|--|-----------------|

**q) Cantidad de Material Corregido por m3 de Concreto.**

|                          |                |              |
|--------------------------|----------------|--------------|
| Cemento                  | 345.63         | Kg/m3        |
| Agua efectiva            | 171.19         | Lt/m3        |
| Agregado fino            | 747.83         | Kg/m3        |
| Agregado grueso          | 985.03         | Kg/m3        |
| <b>Peso de la mezcla</b> | <u>2249.67</u> | <b>Kg/m3</b> |

**r) Proporción en Peso de los Materiales Corregidos.**

|                 |        |   |        |      |
|-----------------|--------|---|--------|------|
| Cemento         | 345.63 | ÷ | 345.63 | 1.00 |
| Agua efectiva   | 171.19 | ÷ | 345.63 | 0.50 |
| Agregado fino   | 747.83 | ÷ | 345.63 | 2.16 |
| Agregado grueso | 985.03 | ÷ | 345.63 | 2.85 |

**s) Cantidad de Material Corregido por Bolsa de Cemento.**

|                 |      |      |        |         |
|-----------------|------|------|--------|---------|
| Cemento         | 1.00 | 42.5 | 42.50  | Kg/bls. |
| Agua efectiva   | 0.50 | 42.5 | 21.05  | Lt/bls. |
| Agregado fino   | 2.16 | 42.5 | 91.96  | Kg/bls. |
| Agregado grueso | 2.85 | 42.5 | 121.12 | Kg/bls. |

Se ha considerado la dosificación en peso con fines de eliminar posibles errores en medición. Además, las correcciones por humedad fueron consideradas para cada fecha de elaboración de concreto.

### 3.5 DISEÑO DE MEZCLAS DE DIFERENTES CANTERAS

Culminado el diseño paso a paso y obtenidas las dosificaciones, calculamos en peso todos los materiales necesarios para una tanda de concreto para la elaboración de los especímenes cilíndricos de 6" x 12" y de 4" x 8", para ser sometidos a los ensayos de compresión, conforme a la siguiente tabla:

**Tabla 34:** Diseño de mezclas  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en peso.

| Descripción     | Dosificación en peso $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ |                     |                   |                        |
|-----------------|--|---------------------|-------------------|------------------------|
|                 | Cantera<br>Isla                                  | Cantera<br>Unocolla | Cantera<br>Yocará | Cantera<br>Piedra azul |
| Cemento         | 1.00   | 1.00                | 1.00              | 1.00                   |
| Agregado fino   | 2.17   | 2.21                | 1.95              | 2.43                   |
| Agregado grueso | 2.85   | 2.84                | 3.14              | 2.13                   |
| Agua            | 0.50   | 0.44                | 0.52              | 0.49                   |

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6 FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS

#### A. Determinación de la Cantidad de Probetas

Para esta finalidad, se consideró las especificaciones de la Norma NTP 339.033 (ASTM C31), práctica normalizada para la preparación y curado de las probetas para ensayos de concreto y las recomendaciones del Comité ACI 318-08 Requisitos de Reglamento para concreto estructural, que en su inciso 5.6.2.4 nos indica textualmente: Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos (02) probetas de 6”(150mm)x12”(300mm) o de al menos tres (03) probetas de 4”(100mm)x8”(200mm), preparadas de la misma muestra de concreto.



**Figura 26:** Dosificación de materiales por peso  
**Fuente:** Elaboración propia

#### B. Tipología de Probetas Fabricadas en Laboratorio

La fabricación de probetas se realizó según los procedimientos establecidos por la norma peruana NTP 339.033 (ASTM C31) y NTP 339.045 – 078 (ASTM C78). Dado el asentamiento final previsto de 3”- 4” para las mezclas de concreto, se escogió como procedimiento de compactación de la mezcla al interior de los moldes, el apisonado, tal como indica las normas citadas.

## C. Elaboración del Concreto

### a. Norma

NTP 339.036, ASTM C172M

### b. Método

Realizar el procedimiento adecuado para la elaboración del concreto, para que este cumpla con las propiedades requeridas.

### c. Equipo

- ✓ Mezcladora
- ✓ Carretilla
- ✓ Pala
- ✓ Balde



**Figura 27:** Instrumentos utilizados

**Fuente:** Elaboración propia

### d. Procedimiento

- Antes de la preparación del concreto, para poder realizar la corrección de humedades, es necesario sacar el contenido de humedad de los agregados.
- Previo al inicio del mezclado, debió de humedecerse la mezcladora.

- Iniciamos con la rotación de la mezcladora, añadimos agregado grueso, agregado fino, cemento y agua de diseño, se debe dejar mezclando por lo menos 1 minuto
- Una vez preparada la mezcla se procedió a colocar el concreto en una carretilla para luego proceder a realizar los ensayos: Toma de temperatura del concreto, Slump (asentamiento), elaboración de las probetas para someterlos a ensayo de resistencia a la compresión en las diferentes edades.

#### **D. Método Estándar Para la Elaboración de Probetas Cilindro de Concreto**

##### **a. Norma**

NTP.339.183, ASTM C-192

##### **b. Método**

Para obtener una muestra representativa, las probetas de concreto deben ser moldeadas y curadas siguiendo los procedimientos determinados.

##### **c. Equipo**

- ✓ Moldes cilíndricos, deben ser hechos de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento. El diámetro puede variar de 10 a 10.5 cm y la altura entre 19.9 a 21.1cm.
- ✓ Barra compactadora, varilla metálica lisa con punta redondeada de diámetro igual a 9.5 mm (3/8") y longitud de 30 cm.
- ✓ Pala, cucharón, plancha metálica, desmoldante. Los Moldes usados para formar los especímenes fueron de metal, los primeros fueron de 6"x12" y los demás fueron de 4" x 8"
- ✓ Varilla apisonadora con punta redondeada de 5/8" de diámetro y 60cm de longitud.
- ✓ Mazo de goma de 0.5 kg.

##### **d. Procedimiento de Ensayo**

- Colocamos los moldes en una superficie plana, rígida y horizontal.
- Los moldes deben estar limpios y la superficie interior deberá lubricarse con desmoldante.
- Colocamos el concreto en los moldes, se llena la primera capa con concreto aproximadamente la tercera parte del molde, se ha chuseado 25 veces en forma helicoidal, luego con el martillo de goma se ha golpeado 12 veces alrededor del molde, luego de esto se procedió a llenar la segunda capa realizando lo mismo que para la primera capa.
- Después de un momento se procedió al enrase de las probetas, que se hace con una regla y/o plancha metálica.



**Figura 28:** Elaboración de probetas cilíndricas  
**Fuente:** Elaboración propia

### **E. Curado de los Especímenes**

Otazzi (2004), menciona que la edad del concreto con cemento tipo I la resistencia a los 7 días es aproximadamente 65% a 70% de la resistencia a los 28 días.

Luego de 24 horas del moldeo de probetas, se procedió al desencofrado de estos y se almacenaron en cilindros o piscina de curado saturada con agua que las cubren totalmente durante un periodo de 7,14 y 28 días, estos son los periodos en

el que el concreto deberá cumplir con los requerimientos de resistencia establecidos en el diseño de mezcla.

Se realizó la elaboración de 20 probetas de concreto para las canteras YOCARA, PIEDRA AZUL, ISLA y UNOCOLLA respectivamente para poder corregir el diseño de mezclas de acuerdo a la desviación estándar y la resistencia de los especímenes mencionados.



**Figura 29:** Curado de especímenes de prueba  
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 35:** Ensayo de Resistencia a la compresión simple de la CANTERA ISLA días 28 días.

| Probetas N° | Cantera      | Diámetro cm | Edad días | Carga Kgf. | Área cm <sup>2</sup> | Resistencia Kg/cm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|-------------|-----------|------------|----------------------|--------------------------------|
| 1           | Cantera Isla | 15.01       | 28        | 34117      | 176.95               | 192.81                         |
| 2           | Cantera Isla | 15.04       | 28        | 34065      | 177.65               | 191.75                         |
| 3           | Cantera Isla | 14.97       | 28        | 34878      | 176.00               | 198.17                         |
| 4           | Cantera Isla | 14.95       | 28        | 32914      | 175.53               | 187.51                         |
| 5           | Cantera Isla | 14.99       | 28        | 34186      | 176.47               | 193.72                         |
| 6           | Cantera Isla | 15.00       | 28        | 35448      | 176.71               | 200.60                         |
| 7           | Cantera Isla | 10.04       | 28        | 15326      | 79.17                | 193.59                         |
| 8           | Cantera Isla | 10.05       | 28        | 15029      | 79.32                | 189.46                         |
| 9           | Cantera Isla | 9.98        | 28        | 13167      | 78.22                | 168.33                         |

|    |              |       |    |       |       |        |
|----|--------------|-------|----|-------|-------|--------|
| 10 | Cantera Isla | 10.01 | 28 | 15227 | 78.69 | 193.49 |
| 11 | Cantera Isla | 10.04 | 28 | 15632 | 79.17 | 197.46 |
| 12 | Cantera Isla | 10.02 | 28 | 16124 | 78.85 | 204.48 |
| 13 | Cantera Isla | 9.99  | 28 | 15427 | 78.38 | 196.82 |
| 14 | Cantera Isla | 9.97  | 28 | 14226 | 78.07 | 182.23 |
| 15 | Cantera Isla | 10.04 | 28 | 13678 | 79.17 | 172.77 |
| 16 | Cantera Isla | 10.60 | 28 | 15324 | 88.24 | 173.65 |
| 17 | Cantera Isla | 10.05 | 28 | 14267 | 79.32 | 179.86 |
| 18 | Cantera Isla | 9.97  | 28 | 16104 | 78.07 | 206.28 |
| 19 | Cantera Isla | 9.96  | 28 | 15642 | 77.91 | 200.77 |
| 20 | Cantera Isla | 10.00 | 28 | 13986 | 78.54 | 178.08 |

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a los resultados se puede apreciar que las probetas de la cantera ISLA no llega a la resistencia diseñada por ello se realizara la corrección de estos resultados y diseños de mezcla.

**Tabla 36:** Calculo de desviacion estandar, cantera isla.

| Muestra | x      | x - X  | (x - X) <sup>2</sup> |
|---------|--------|--------|----------------------|
| 1       | 192.81 | 2.72   | 7.40                 |
| 2       | 191.75 | 1.66   | 2.75                 |
| 3       | 198.17 | 8.08   | 65.21                |
| 4       | 187.51 | -2.58  | 6.67                 |
| 5       | 193.72 | 3.63   | 13.14                |
| 6       | 200.60 | 10.51  | 110.44               |
| 7       | 193.59 | 3.50   | 12.24                |
| 8       | 189.46 | -0.63  | 0.40                 |
| 9       | 168.33 | -21.77 | 473.79               |
| 10      | 193.49 | 3.40   | 11.58                |
| 11      | 197.46 | 7.36   | 54.23                |
| 12      | 204.48 | 14.39  | 207.15               |
| 13      | 196.82 | 6.73   | 45.30                |

|    |        |        |        |         |
|----|--------|--------|--------|---------|
| 14 | 182.23 | -7.86  | -7.86  | 61.84   |
| 15 | 172.77 | -17.32 | -17.32 | 299.91  |
| 16 | 173.65 | -16.44 | -16.44 | 270.22  |
| 17 | 179.86 | -10.24 | -10.24 | 104.78  |
| 18 | 206.28 | 16.19  | 16.19  | 262.20  |
| 19 | 200.77 | 10.68  | 10.68  | 114.00  |
| 20 | 178.08 | -12.01 | -12.01 | 144.27  |
|    | 190.09 | 0.00   |        | 2267.51 |

|                  |         |                    |
|------------------|---------|--------------------|
| n =              | 20.00   | -                  |
| $\sum n =$       | 3801.83 | -                  |
| $\sum n/n =$     | 190.09  | Kg/cm <sup>2</sup> |
| $\sum (x - X)^2$ | 2267.51 | -                  |
| =                |         |                    |
| $\delta^2 =$     | 119.34  | -                  |
| $\delta =$       | 10.92   | Kg/cm <sup>2</sup> |
| V =              | 5.75    | %                  |
| $\delta' =$      | 11.80   | Kg/cm <sup>2</sup> |

---

**Fuente:** Elaboración propia

A partir de la tabla se determinó y observo que la desviación estándar  $\delta$  es de 11.80 kg/cm<sup>2</sup> y se procedió a determinar la resistencia promedio con las siguientes ecuaciones:

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 \delta$$

$$f'_{cr} = 310 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 \delta - 35$$

$$f'_{cr} = 286 \text{ Kg/cm}^2$$

Se escogió el mayor valor de  $f'_{cr} = 310 \text{ kg/cm}^2$  para el diseño de mezcla corregido.

## Relación agua/cemento

Tabla 37: Relación agua cemento a/c

| $f'_{cr}$<br>(28 días) | Relación Agua - Cemento de diseño en peso. |                                   |
|------------------------|--|-----------------------------------|
|                        | Concretos Sin Aire<br>Incorporado          | Concretos Con Aire<br>Incorporado |
| 150                    | 0.80                                       | 0.71                              |
| 200                    | <b>0.70</b>                                | 0.61                              |
| 250                    | 0.62                                       | 0.53                              |
| <b>300</b>             | <b>0.55</b>                                | 0.46                              |
| <b>350</b>             | <b>0.48</b>                                | 0.40                              |
| 400                    | 0.43                                       | ---                               |
| 450                    | 0.38                                       | ---                               |

Fuente: Rivva, 2014.

Entrando en la tabla, para una resistencia promedio correspondiente a **310 kg/cm<sup>2</sup>** en un concreto sin aire incorporado, se encuentra una relación agua-cemento por resistencia de **0.536**.

### a) Factor cemento

Determinamos el factor cemento por la siguiente expresión:

$$FC = \frac{\text{Vol. unitario de agua}}{\text{Relación a/c}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{0.536} = 360.07 \text{ kg/m}^3$$

### c) Cálculo del Volumen Absoluto de Pasta

Determinamos los volúmenes unitarios de los componentes de la pasta

$$\text{Vol. unitario de cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{P.e. del cemento}} = \frac{360.07 \text{ kg/m}^3}{2880 \text{ kg/m}^3} = 0.125$$

$$\text{Vol. unitario de agua} = \frac{\text{Vol. unit. agua}}{\text{P.e. del agua}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.193$$

$$\text{Vol. unitario de Aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 1.5\% = 0.015$$

**Tabla 38:** Volúmenes absolutos de pasta

| <b>VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA</b> |              |
|----------------------------------|--------------|
| Cemento                          | 0.125        |
| Agua                             | 0.193        |
| Aire                             | 0.015        |
| <b>VOLUMEN ABSOLUTO</b>          | <b>0.333</b> |

Fuente: Elaboración propia

#### d) Cálculo del Volumen Absoluto de Agregado

Siendo el agregado complemento de la pasta, se tiene que:

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = \text{Vol. total (1)} - \text{Vol. absoluto de la pasta}$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = 1 - 0.333 = 0.667$$

#### e) Cálculo del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

Una vez conocido el volumen absoluto de agregado en general, necesitamos obtener los volúmenes absolutos de los agregados grueso y fino respectivamente.

Para ello es necesario determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), en la siguiente tabla:

**Tabla 39:** Módulo de fineza de la combinación de los agregados

| <b>TAMAÑO<br/>MAXIMO<br/>DE<br/>AGREGADO<br/>plg.</b> | Módulo de fineza de la combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos por metro cubico indicados |          |          |             |             |           |           |           |           |
|---|--|----------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   | <b>5</b>   | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b>    | <b>9</b>    | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b> |
| <b>3/8</b>  | 3.88   | 3.96     | 4.04     | 4.11        | 4.19        | 4.27      | 4.36      | 4.44      | 4.52      |
| <b>1/2</b>  | 4.38   | 4.46     | 4.54     | 4.61        | 4.69        | 4.77      | 4.86      | 4.94      | 5.02      |
| <b>3/4</b>  | 4.88   | 4.96     | 5.04     | 5.11        | 5.19        | 5.27      | 5.36      | 5.44      | 5.52      |
| <b>1</b>  | 5.18   | 5.26     | 5.34     | <b>5.41</b> | <b>5.49</b> | 5.57      | 5.66      | 5.74      | 5.82      |
| <b>1 1/2</b>  | 5.48   | 5.56     | 5.64     | 5.71        | 5.79        | 5.87      | 5.96      | 6.04      | 6.12      |
| <b>2</b>  | 5.78   | 5.86     | 5.94     | 6.01        | 6.09        | 6.17      | 6.26      | 6.34      | 6.42      |
| <b>3</b>  | 6.08   | 6.16     | 6.24     | 6.31        | 6.39        | 6.47      | 6.56      | 6.64      | 6.72      |

Fuente: Rivva, 2014.

En la tabla encontramos valores de módulos de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), que ofrecen las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas/m<sup>3</sup>, entonces para el presente diseño de mezcla:

$$N^{\circ} \text{ de bolsas de cemento por m}^3 = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{Peso de la bolsa}} = \frac{360.07}{42.5} = 8.47$$

Por lo tanto, interpolando se obtiene que para 8.43 bolsas/m<sup>3</sup> de concreto el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m = 5.448$ ).

**f) Cálculo del Valor R<sub>f</sub>.**

Obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$R_f = 100 * \frac{(m_g - m)}{(m_g - m_f)} = 100 * \frac{(7.030 - 5.448)}{(7.030 - 3.360)} = 43.11 \%$$

Dónde:

**R<sub>f</sub>** : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto de agregado.

**m** : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

**m<sub>g</sub>** : Módulo de fineza del agregado grueso.

**m<sub>f</sub>** : Módulo de fineza del agregado fino.

**g) Determinación del Porcentaje de Incidencia del Agregado Grueso con respecto al Agregado Global.**

$$\% R_g = 1 - R_f$$

$$\% R_g = 1 - 43.11 \%$$

$$\% R_g = 56.89 \%$$

**h) Cálculo de los Volúmenes Absolutos del Agregado.**

Se procede a obtener los volúmenes absolutos de agregado fino y grueso:

$$\text{Vol. abs. de agregado fino} = R_f * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregad fino} = 0.4311 * 0.667 = 0.288$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = Rg * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = 0.5689 * 0.667 = 0.379$$

**i) Cálculo de los Pesos Secos del Agregado.**

$$\text{Peso seco ag. fino} = \text{Vol. abs. de ag. fino} * P. e. del ag. fino$$

$$\text{Peso seco ag. fino} = 0.288 * 2450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 704.49 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = \text{Vol. abs. de ag. grueso} * P. e. del ag. grueso$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = 0.379 * 2530 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 959.95 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

**j) Cantidad de Material por m3 en Peso.**

|                          |   |                |              |
|--------------------------|---|----------------|--------------|
| Cemento                  | : | 360.07         | Kg/m3        |
| Agua de diseño           | : | 193.00         | Lt/m3        |
| Agregado fino            | : | 704.49         | Kg/m3        |
| Agregado grueso          | : | 959.95         | Kg/m3        |
| <b>Peso de la mezcla</b> |   | <b>2217.52</b> | <b>Kg/m3</b> |

**k) Corrección por Humedad del Agregado.**

**Peso húmedo de:**

|                 |        |   |        |              |
|-----------------|--------|---|--------|--------------|
| Agregado fino   | 704.49 | x | 3.58 % | 729.71 kg/m3 |
| Agregado grueso | 959.95 | x | 3.19 % | 990.57 kg/m3 |

**Determinación de humedad superficial del agregado:**

|                 |      |   |      |        |
|-----------------|------|---|------|--------|
| Agregado fino   | 3.58 | - | 2.00 | 1.58 % |
| Agregado grueso | 3.19 | - | 2.10 | 1.09 % |

**Aporte de humedad del:**

|                                 |        |   |        |                 |
|---------------------------------|--------|---|--------|-----------------|
| Agregado fino                   | 704.49 | x | 1.58 % | 11.13 lt        |
| Agregado grueso                 | 959.95 | x | 1.09 % | 10.46 lt        |
| Aporte de agua de los agregados |        |   |        | <u>21.59 Lt</u> |

**l) Cantidad de Material Corregido por m3 de Concreto.**

|                          |                |              |
|--------------------------|----------------|--------------|
| Cemento                  | 360.07         | Kg/m3        |
| Agua efectiva            | 171.41         | Lt/m3        |
| Agregado fino            | 729.71         | Kg/m3        |
| Agregado grueso          | <u>990.57</u>  | Kg/m3        |
| <b>Peso de la mezcla</b> | <b>2251.76</b> | <b>Kg/m3</b> |

**m) Proporción en Peso de los Materiales Corregidos.**

|                 |        |   |        |      |
|-----------------|--------|---|--------|------|
| Cemento         | 360.07 | ÷ | 360.07 | 1.00 |
| Agua efectiva   | 171.41 | ÷ | 360.07 | 0.48 |
| Agregado fino   | 729.71 | ÷ | 360.07 | 2.03 |
| Agregado grueso | 990.57 | ÷ | 360.07 | 2.75 |

**n) Cantidad de Material Corregido por Bolsa de Cemento.**

|                 |      |      |        |         |
|-----------------|------|------|--------|---------|
| Cemento         | 1.00 | 42.5 | 42.50  | Kg/bls. |
| Agua efectiva   | 0.48 | 42.5 | 20.40  | Lt/bls. |
| Agregado fino   | 2.03 | 42.5 | 86.28  | Kg/bls. |
| Agregado grueso | 2.75 | 42.5 | 116.88 | Kg/bls. |

**Tabla 40:** Ensayo de Resistencia a la compresión simple de la CANTERA YOCARA a 28 días.

| Probetas<br>Nº | Cantera        | Diámetro<br>cm | Edad<br>días | Carga<br>Kgf. | Área<br>cm2 | Resistencia<br>Kg/cm2 |
|----------------|----------------|----------------|--------------|---------------|-------------|-----------------------|
| 1              | Cantera Yocarά | 14.89          | 28           | 33860         | 174.13      | 194.46                |
| 2              | Cantera Yocarά | 14.95          | 28           | 33264         | 175.53      | 189.50                |
| 3              | Cantera Yocarά | 15.01          | 28           | 34558         | 176.95      | 195.30                |
| 4              | Cantera Yocarά | 14.87          | 28           | 31946         | 173.66      | 183.96                |
| 5              | Cantera Yocarά | 15.04          | 28           | 34612         | 177.65      | 194.83                |
| 6              | Cantera Yocarά | 15.10          | 28           | 34015         | 179.07      | 189.95                |
| 7              | Cantera Yocarά | 9.96           | 28           | 15824         | 77.91       | 203.10                |
| 8              | Cantera Yocarά | 10.00          | 28           | 14185         | 78.54       | 180.61                |
| 9              | Cantera Yocarά | 10.05          | 28           | 15748         | 79.32       | 198.53                |
| 10             | Cantera Yocarά | 9.97           | 28           | 16523         | 78.07       | 211.65                |
| 11             | Cantera Yocarά | 10.04          | 28           | 15304         | 79.17       | 193.31                |
| 12             | Cantera Yocarά | 10.11          | 28           | 17067         | 80.27       | 212.61                |
| 13             | Cantera Yocarά | 9.99           | 28           | 14683         | 78.38       | 187.33                |
| 14             | Cantera Yocarά | 9.98           | 28           | 14278         | 78.22       | 182.53                |
| 15             | Cantera Yocarά | 10.01          | 28           | 14897         | 78.69       | 189.30                |
| 16             | Cantera Yocarά | 10.05          | 28           | 16559         | 79.32       | 208.75                |
| 17             | Cantera Yocarά | 9.98           | 28           | 14583         | 78.22       | 186.43                |

|    |                |       |    |       |       |        |
|----|----------------|-------|----|-------|-------|--------|
| 18 | Cantera Yocar | 9.99  | 28 | 14962 | 78.38 | 190.89 |
| 19 | Cantera Yocar | 10.00 | 28 | 16287 | 78.54 | 207.38 |
| 20 | Cantera Yocar | 10.07 | 28 | 14997 | 79.64 | 188.31 |

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a los resultados se puede apreciar que las probetas de la cantera YOCARA no llega a la resistencia diseñada por ello se realizara la corrección de estos resultados y diseños de mezcla.

**Tabla 41:** cálculo de desviación estandar, cantera Yocar.

| Muestra | x      | x - X  | (x - X) <sup>2</sup> |         |
|---------|--------|--------|----------------------|---------|
| 1       | 194.46 | 0.02   | 0.02                 | 0.00    |
| 2       | 189.50 | -4.93  | -4.93                | 24.34   |
| 3       | 195.30 | 0.87   | 0.87                 | 0.75    |
| 4       | 183.96 | -10.48 | -10.48               | 109.80  |
| 5       | 194.83 | 0.39   | 0.39                 | 0.15    |
| 6       | 189.95 | -4.49  | -4.49                | 20.13   |
| 7       | 203.10 | 8.67   | 8.67                 | 75.15   |
| 8       | 180.61 | -13.82 | -13.82               | 191.05  |
| 9       | 198.53 | 4.09   | 4.09                 | 16.72   |
| 10      | 211.65 | 17.22  | 17.22                | 296.37  |
| 11      | 193.31 | -1.12  | -1.12                | 1.26    |
| 12      | 212.61 | 18.17  | 18.17                | 330.18  |
| 13      | 187.33 | -7.11  | -7.11                | 50.50   |
| 14      | 182.53 | -11.91 | -11.91               | 141.81  |
| 15      | 189.30 | -5.13  | -5.13                | 26.37   |
| 16      | 208.75 | 14.31  | 14.31                | 204.86  |
| 17      | 186.43 | -8.01  | -8.01                | 64.15   |
| 18      | 190.89 | -3.55  | -3.55                | 12.58   |
| 19      | 207.38 | 12.94  | 12.94                | 167.50  |
| 20      | 188.31 | -6.13  | -6.13                | 37.56   |
|         | 194.44 | 0.00   |                      | 1771.24 |

|                   |         |                    |
|-------------------|---------|--------------------|
| n =               | 20.00   | -                  |
| $\Sigma n =$      | 3888.73 | -                  |
| $\Sigma n/n =$    | 194.44  | Kg/cm              |
| $\Sigma(x - X)^2$ | 1771.24 | -                  |
| =                 |         |                    |
| $\delta^2 =$      | 93.22   | -                  |
| $\delta =$        | 9.66    | Kg/cm <sup>2</sup> |
| V =               | 4.97    | %                  |
| $\delta' =$       | 10.43   | Kg/cm <sup>2</sup> |

**Fuente:** Elaboración propia

A partir de la tabla se determinó y observo que la desviación estándar  $\delta$  es de 10.43 kg/cm<sup>2</sup> y se procedió a determinar la resistencia promedio con las siguientes ecuaciones:

$$f'_{cr} = f'c + 1.34 \delta$$

$$f'_{cr} = 308 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'c + 2.33 \delta - 35$$

$$f'_{cr} = 283 \text{ Kg/cm}^2$$

Se escogió el mayor valor de  $f'_{cr} = 308 \text{ kg/cm}^2$  para el diseño de mezcla corregido.

#### a) Relación Agua/Cemento

**Tabla 42:** Relación agua cemento a/c

| $f'_{cr}$<br>(28 días) | Relación Agua - Cemento de diseño en peso. |                                   |
|------------------------|--|-----------------------------------|
|                        | Concretos Sin Aire<br>Incorporado          | Concretos Con Aire<br>Incorporado |
| 150                    | 0.80                                       | 0.71                              |
| 200                    | <b>0.70</b>                                | 0.61                              |
| 250                    | 0.62                                       | 0.53                              |
| <b>300</b>             | <b>0.55</b>                                | 0.46                              |
| <b>350</b>             | <b>0.48</b>                                | 0.40                              |
| 400                    | 0.43                                       | ---                               |
| 450                    | 0.38                                       | ---                               |

**Fuente:** Rivva, 2014.

Entrando en la tabla, para una resistencia promedio correspondiente a **310 kg/cm<sup>2</sup>** en un concreto sin aire incorporado, se encuentra una relación agua-cemento por resistencia de **0.539**.

**b) Factor Cemento**

Determinamos el factor cemento por la siguiente expresión:

$$FC = \frac{\text{Vol. unitario de agua}}{\text{Relación a/c}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{0.539} = 358.20 \text{ kg/m}^3$$

**c) Cálculo del Volumen Absoluto de Pasta**

Determinamos los volúmenes unitarios de los componentes de la pasta

$$\text{Vol. unitario de cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{P.e. del cemento}} = \frac{358.20 \text{ kg/m}^3}{2880 \text{ kg/m}^3} = 0.124$$

$$\text{Vol. unitario de agua} = \frac{\text{Vol. unit. agua}}{\text{P.e. del agua}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.193$$

$$\text{Vol. unitario de Aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 1.5\% = 0.015$$

**Tabla 43:** Volúmenes absolutos de pasta

| VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA |              |
|---------------------------|--------------|
| Cemento                   | 0.124        |
| Agua                      | 0.193        |
| Aire                      | 0.015        |
| <b>VOLUMEN ABSOLUTO</b>   | <b>0.332</b> |

**Fuente:** Elaboración propia

**d) Cálculo del Volumen Absoluto de Agregado**

Siendo el agregado complemento de la pasta, se tiene que:

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = \text{Vol. total (1)} - \text{Vol. absoluto de la pasta}$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = 1 - 0.333 = 0.668$$

**e) Cálculo del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados**

Una vez conocido el volumen absoluto de agregado en general, necesitamos obtener los volúmenes absolutos de los agregados grueso y fino respectivamente.

Para ello es necesario determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), en la siguiente tabla:

**Tabla 44:** Módulo de fineza de la combinación de los agregados

| TAMAÑO<br>MAXIMO<br>DE<br>AGREGADO<br>plg. | Módulo de fineza de la combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos por metro cubico indicados |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 5  | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   |
| 3/8  | 3.88   | 3.96 | 4.04 | 4.11 | 4.19 | 4.27 | 4.36 | 4.44 | 4.52 |
| 1/2  | 4.38   | 4.46 | 4.54 | 4.61 | 4.69 | 4.77 | 4.86 | 4.94 | 5.02 |
| 3/4  | 4.88   | 4.96 | 5.04 | 5.11 | 5.19 | 5.27 | 5.36 | 5.44 | 5.52 |
| 1  | 5.18   | 5.26 | 5.34 | 5.41 | 5.49 | 5.57 | 5.66 | 5.74 | 5.82 |
| 1 1/2                                      | 5.48   | 5.56 | 5.64 | 5.71 | 5.79 | 5.87 | 5.96 | 6.04 | 6.12 |
| 2  | 5.78   | 5.86 | 5.94 | 6.01 | 6.09 | 6.17 | 6.26 | 6.34 | 6.42 |
| 3  | 6.08   | 6.16 | 6.24 | 6.31 | 6.39 | 6.47 | 6.56 | 6.64 | 6.72 |

**Fuente:** Rivva, 2014.

En la tabla encontramos valores de módulos de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), que ofrecen las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas/m<sup>3</sup>, entonces para el presente diseño de mezcla:

$$N^{\circ} \text{ de bolsas de cemento por } m^3 = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{Peso de la bolsa}} = \frac{358.20}{42.5} = 8.43$$

Por lo tanto, interpolando se obtiene que para 8.43 bolsas/m<sup>3</sup> de concreto el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m = 5.444$ ).

#### f) Cálculo del Valor $R_f$ .

Obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$R_f = 100 * \frac{(m_g - m)}{(m_g - m_f)} = 100 * \frac{(6.73 - 5.444)}{(6.73 - 3.340)} = 37.93 \%$$

Dónde:

$R_f$  : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto de agregado.

**m** : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

**mg** : Módulo de fineza del agregado grueso.

**mf** : Módulo de fineza del agregado fino.

**g) Determinación del Porcentaje de Incidencia del Agregado Grueso con respecto al Agregado Global.**

$$\% R_g = 1 - R_f$$

$$\% R_g = 1 - 37.93 \%$$

$$\% R_g = 62.07 \%$$

**h) Cálculo de los Volúmenes Absolutos del Agregado.**

Se procede a obtener los volúmenes absolutos de agregado fino y grueso:

$$\text{Vol. abs. de agregado fino} = R_f * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregad fino} = 0.3793 * 0.668 = 0.253$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = R_g * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = 0.6207 * 0.668 = 0.414$$

**i) Cálculo de los Pesos Secos del Agregado.**

$$\text{Peso seco ag. fino} = \text{Vol. abs. de ag. fino} * P. e. del ag. fino$$

$$\text{Peso seco ag. fino} = 0.253 * 2460 \frac{kg}{m^3} = 622.90 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = \text{Vol. abs. de ag. grueso} * P. e. del ag. grueso$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = 0.414 * 2570 \frac{kg}{m^3} = 1065.04 \frac{kg}{m^3}$$

**j) Cantidad de Material por m3 en Peso.**

|                          |   |                |              |
|--------------------------|---|----------------|--------------|
| Cemento                  | : | 358.20         | Kg/m3        |
| Agua de diseño           | : | 193.00         | Lt/m3        |
| Agregado fino            | : | 622.90         | Kg/m3        |
| Agregado grueso          | : | 1065.04        | Kg/m3        |
| <b>Peso de la mezcla</b> |   | <b>2239.14</b> | <b>Kg/m3</b> |

**k) Corrección por Humedad del Agregado.**

**Peso húmedo de:**

|                 |         |   |        |                           |
|-----------------|---------|---|--------|---------------------------|
| Agregado fino   | 622.90  | x | 5.33 % | 656.10 kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado grueso | 1065.04 | x | 2.54 % | 1092.09 kg/m <sup>3</sup> |

**Determinación de humedad superficial del agregado:**

|                 |      |   |      |         |
|-----------------|------|---|------|---------|
| Agregado fino   | 5.33 | - | 2.53 | 2.80 %  |
| Agregado grueso | 2.54 | - | 2.92 | -0.38 % |

**Aporte de humedad del:**

|                                 |         |   |         |                 |
|---------------------------------|---------|---|---------|-----------------|
| Agregado fino                   | 622.90  | x | 2.80 %  | 17.44 lt        |
| Agregado grueso                 | 1065.04 | x | -0.38 % | -4.05 lt        |
| Aporte de agua de los agregados |         |   |         | <u>13.39 Lt</u> |

**l) Cantidad de Material Corregido por m<sup>3</sup> de Concreto.**

|                          |                |                         |
|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Cemento                  | 358.20         | Kg/m <sup>3</sup>       |
| Agua efectiva            | 179.61         | Lt/m <sup>3</sup>       |
| Agregado fino            | 656.10         | Kg/m <sup>3</sup>       |
| Agregado grueso          | <u>1095.09</u> | Kg/m <sup>3</sup>       |
| <b>Peso de la mezcla</b> | <b>2286.00</b> | <b>Kg/m<sup>3</sup></b> |

**m) Proporción en Peso de los Materiales Corregidos.**

|                 |         |   |        |      |
|-----------------|---------|---|--------|------|
| Cemento         | 358.20  | ÷ | 358.20 | 1.00 |
| Agua efectiva   | 179.61  | ÷ | 358.20 | 0.50 |
| Agregado fino   | 656.10  | ÷ | 358.20 | 1.83 |
| Agregado grueso | 1092.09 | ÷ | 358.20 | 3.05 |

**n) Cantidad de Material Corregido por Bolsa de Cemento.**

|                 |      |      |        |         |
|-----------------|------|------|--------|---------|
| Cemento         | 1.00 | 42.5 | 42.50  | Kg/bls. |
| Agua efectiva   | 0.50 | 42.5 | 21.25  | Lt/bls. |
| Agregado fino   | 1.83 | 42.5 | 77.78  | Kg/bls. |
| Agregado grueso | 3.05 | 42.5 | 129.63 | Kg/bls. |

**Tabla 45:** Ensayo de Resistencia a la compresión simple de la CANTERA UNOCOLLA a 28 días.

| Probetas<br>Nº | Cantera          | Diámetro<br>cm | Edad<br>días | Carga<br>Kgf. | Área<br>cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
|----------------|------------------|----------------|--------------|---------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1              | Cantera Unocolla | 15.01          | 28           | 30148         | 176.95                  | 170.38                            |
| 2              | Cantera Unocolla | 15.06          | 28           | 32752         | 178.13                  | 183.87                            |
| 3              | Cantera Unocolla | 14.89          | 28           | 33774         | 174.13                  | 193.96                            |
| 4              | Cantera Unocolla | 14.97          | 28           | 34726         | 176.00                  | 197.30                            |

|    |                  |       |    |       |        |        |
|----|------------------|-------|----|-------|--------|--------|
| 5  | Cantera Unocolla | 15.11 | 28 | 31567 | 179.31 | 176.05 |
| 6  | Cantera Unocolla | 10.08 | 28 | 15687 | 79.80  | 196.58 |
| 7  | Cantera Unocolla | 10.06 | 28 | 12395 | 79.48  | 155.95 |
| 8  | Cantera Unocolla | 9.97  | 28 | 12567 | 78.07  | 160.98 |
| 9  | Cantera Unocolla | 9.89  | 28 | 14225 | 76.82  | 185.18 |
| 10 | Cantera Unocolla | 10.01 | 28 | 13245 | 78.69  | 168.31 |
| 11 | Cantera Unocolla | 10.04 | 28 | 14364 | 79.17  | 181.44 |
| 12 | Cantera Unocolla | 9.98  | 28 | 12897 | 78.22  | 164.87 |
| 13 | Cantera Unocolla | 9.99  | 28 | 15914 | 78.38  | 203.04 |
| 14 | Cantera Unocolla | 10.07 | 28 | 12756 | 79.64  | 160.17 |
| 15 | Cantera Unocolla | 10.03 | 28 | 14838 | 79.01  | 187.80 |
| 16 | Cantera Unocolla | 10.08 | 28 | 13064 | 79.80  | 163.71 |
| 17 | Cantera Unocolla | 9.99  | 28 | 14997 | 78.38  | 191.34 |
| 18 | Cantera Unocolla | 9.89  | 28 | 13014 | 76.82  | 169.41 |
| 19 | Cantera Unocolla | 10.00 | 28 | 14956 | 78.54  | 190.43 |
| 20 | Cantera Unocolla | 10.07 | 28 | 12598 | 79.64  | 158.19 |

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a los resultados se puede apreciar que las probetas de la cantera UNOCOLLA no llega a la resistencia diseñada por ello se realizara la corrección de estos resultados y diseños de mezcla.

**Tabla 46:** cálculo de desviación estándar, cantera Unocolla.

| muestra | x      | x - X  | (x - X) | (x - X) <sup>2</sup> |
|---------|--------|--------|---------|----------------------|
| 1       | 170.38 | -7.57  | -7.57   | 57.25                |
| 2       | 183.87 | 5.92   | 5.92    | 35.08                |
| 3       | 193.96 | 16.01  | 16.01   | 256.47               |
| 4       | 197.30 | 19.36  | 19.36   | 374.66               |
| 5       | 176.05 | -1.90  | -1.90   | 3.61                 |
| 6       | 196.58 | 18.63  | 18.63   | 347.23               |
| 7       | 155.95 | -22.00 | -22.00  | 484.06               |
| 8       | 160.98 | -16.97 | -16.97  | 287.98               |
| 9       | 185.18 | 7.23   | 7.23    | 52.24                |

|    |        |        |        |         |
|----|--------|--------|--------|---------|
| 10 | 168.31 | -9.64  | -9.64  | 92.90   |
| 11 | 181.44 | 3.49   | 3.49   | 12.19   |
| 12 | 164.87 | -13.07 | -13.07 | 170.92  |
| 13 | 203.04 | 25.09  | 25.09  | 629.41  |
| 14 | 160.17 | -17.78 | -17.78 | 316.06  |
| 15 | 187.80 | 9.85   | 9.85   | 97.09   |
| 16 | 163.71 | -14.24 | -14.24 | 202.66  |
| 17 | 191.34 | 13.39  | 13.39  | 179.26  |
| 18 | 169.41 | -8.54  | -8.54  | 72.87   |
| 19 | 190.43 | 12.48  | 12.48  | 155.86  |
| 20 | 158.19 | -19.76 | -19.76 | 390.53  |
|    | 177.95 | 0.00   |        | 4218.34 |

|                  |         |                    |
|------------------|---------|--------------------|
| n =              | 20.00   | -                  |
| $\sum n =$       | 3558.94 | -                  |
| $\sum n/n =$     | 177.95  | Kg/cm <sup>2</sup> |
| $\sum (x - X)^2$ | 4218.34 | -                  |
| =                |         |                    |
| $\delta^2 =$     | 222.02  | -                  |
| $\delta =$       | 14.90   | Kg/cm <sup>2</sup> |
| V =              | 8.37    | %                  |
| $\delta' =$      | 16.09   | Kg/cm <sup>2</sup> |

---

**Fuente:** Elaboración propia

A partir de la tabla se determinó y observo que la desviación estándar  $\delta$  es de 16.09 kg/cm<sup>2</sup> y se procedió a determinar la resistencia promedio con las siguientes ecuaciones:

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 \delta$$

$$f'_{cr} = 316 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 \delta - 35$$

$$f'_{cr} = 296 \text{ Kg/cm}^2$$

Se escogió el mayor valor de  $f'_{cr} = 316 \text{ kg/cm}^2$  para el diseño de mezcla corregido.

a) **Relación Agua/Cemento**

**Tabla 47:** Relación agua cemento a/c

| $f'_{cr}$<br>(28 días) | Relación Agua - Cemento de diseño en peso. |                                |
|------------------------|--|--------------------------------|
|                        | Concretos Sin Aire Incorporado             | Concretos Con Aire Incorporado |
| 150                    | 0.80                                       | 0.71                           |
| 200                    | <b>0.70</b>                                | 0.61                           |
| 250                    | 0.62                                       | 0.53                           |
| <b>300</b>             | <b>0.55</b>                                | 0.46                           |
| <b>350</b>             | <b>0.48</b>                                | 0.40                           |
| 400                    | 0.43                                       | ---                            |
| 450                    | 0.38                                       | ---                            |

**Fuente:** Rivva, 2014.

Entrando en la tabla, para una resistencia promedio correspondiente a **316 kg/cm<sup>2</sup>** en un concreto sin aire incorporado, se encuentra una relación agua-cemento por resistencia de **0.528**.

b) **Factor Cemento**

Determinamos el factor cemento por la siguiente expresión:

$$FC = \frac{\text{Vol. unitario de agua}}{\text{Relación a/c}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{0.528} = 365.81 \text{ kg/m}^3$$

c) **Cálculo del Volumen Absoluto de Pasta**

Determinamos los volúmenes unitarios de los componentes de la pasta

$$\text{Vol. unitario de cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{P.e. del cemento}} = \frac{365.81 \text{ kg/m}^3}{2880 \text{ kg/m}^3} = 0.127$$

$$\text{Vol. unitario de agua} = \frac{\text{Vol. unit. agua}}{\text{P.e. del agua}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.193$$

$$\text{Vol. unitario de Aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 1.5\% = 0.015$$

**Tabla 48:** Volúmenes absolutos de pasta

| <b>VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA</b> |              |
|----------------------------------|--------------|
| Cemento                          | 0.127        |
| Agua                             | 0.193        |
| Aire                             | 0.015        |
| <b>VOLUMEN ABSOLUTO</b>          | <b>0.335</b> |

Fuente: Elaboración propia

#### d) Cálculo del Volumen Absoluto de Agregado

Siendo el agregado complemento de la pasta, se tiene que:

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = \text{Vol. total (1)} - \text{Vol. absoluto de la pasta}$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = 1 - 0.335 = 0.665$$

#### e) Cálculo del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

Una vez conocido el volumen absoluto de agregado en general, necesitamos obtener los volúmenes absolutos de los agregados grueso y fino respectivamente.

Para ello es necesario determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), en la siguiente tabla:

**Tabla 49:** Módulo de fineza de la combinación de los agregados

| <b>TAMAÑO<br/>MAXIMO<br/>DE<br/>AGREGADO<br/>plg.</b> | Módulo de fineza de la combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos por metro cubico indicados |          |          |             |             |           |           |           |           |
|---|--|----------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   | <b>5</b>   | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b>    | <b>9</b>    | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b> |
| <b>3/8</b>  | 3.88   | 3.96     | 4.04     | 4.11        | 4.19        | 4.27      | 4.36      | 4.44      | 4.52      |
| <b>1/2</b>  | 4.38   | 4.46     | 4.54     | 4.61        | 4.69        | 4.77      | 4.86      | 4.94      | 5.02      |
| <b>3/4</b>  | 4.88   | 4.96     | 5.04     | 5.11        | 5.19        | 5.27      | 5.36      | 5.44      | 5.52      |
| <b>1</b>  | 5.18   | 5.26     | 5.34     | <b>5.41</b> | <b>5.49</b> | 5.57      | 5.66      | 5.74      | 5.82      |
| <b>1 1/2</b>  | 5.48   | 5.56     | 5.64     | 5.71        | 5.79        | 5.87      | 5.96      | 6.04      | 6.12      |
| <b>2</b>  | 5.78   | 5.86     | 5.94     | 6.01        | 6.09        | 6.17      | 6.26      | 6.34      | 6.42      |
| <b>3</b>  | 6.08   | 6.16     | 6.24     | 6.31        | 6.39        | 6.47      | 6.56      | 6.64      | 6.72      |

Fuente: Rivva, 2014.

En la tabla encontramos valores de módulos de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), que ofrecen las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas/m<sup>3</sup>, entonces para el presente diseño de mezcla:

$$N^{\circ} \text{ de bolsas de cemento por m}^3 = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{Peso de la bolsa}} = \frac{365.81}{42.5} = 8.61$$

Por lo tanto, interpolando se obtiene que para 8.43 bolsas/m<sup>3</sup> de concreto el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m = 5.459$ ).

**f) Cálculo del Valor Rf.**

Obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$Rf = 100 * \frac{(mg - m)}{(mg - mf)} = 100 * \frac{(7.18 - 5.459)}{(7.18 - 3.220)} = 43.47 \%$$

Dónde:

**Rf** : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto de agregado.

**m** : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

**mg** : Módulo de fineza del agregado grueso.

**mf** : Módulo de fineza del agregado fino.

**g) Determinación del Porcentaje de Incidencia del Agregado Grueso con respecto al Agregado Global.**

$$\% Rg = 1 - Rf$$

$$\% Rg = 1 - 43.47 \%$$

$$\% Rg = 56.53 \%$$

**h) Cálculo de los Volúmenes Absolutos del Agregado.**

Se procede a obtener los volúmenes absolutos de agregado fino y grueso:

$$\text{Vol. abs. de agregado fino} = Rf * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregad fino} = 0.4347 * 0.665 = 0.289$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = Rg * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = 0.5653 * 0.665 = 0.376$$

**i) Cálculo de los Pesos Secos del Agregado.**

$$\text{Peso seco ag. fino} = \text{Vol. abs. de ag. fino} * P. e. \text{ del ag. fino}$$

$$\text{Peso seco ag. fino} = 0.289 * 2430 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 702.44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = \text{Vol. abs. de ag. grueso} * P. e. \text{ del ag. grueso}$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = 0.376 * 2520 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 947.30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

**j) Cantidad de Material por m3 en Peso.**

|                          |   |                |              |
|--------------------------|---|----------------|--------------|
| Cemento                  | : | 365.81         | Kg/m3        |
| Agua de diseño           | : | 193.00         | Lt/m3        |
| Agregado fino            | : | 702.44         | Kg/m3        |
| Agregado grueso          | : | 947.30         | Kg/m3        |
| <b>Peso de la mezcla</b> |   | <b>2208.55</b> | <b>Kg/m3</b> |

**k) Corrección por Humedad del Agregado.**

**Peso húmedo de:**

|                 |        |   |        |              |
|-----------------|--------|---|--------|--------------|
| Agregado fino   | 702.44 | x | 5.06 % | 737.98 kg/m3 |
| Agregado grueso | 947.30 | x | 4.57 % | 990.59 kg/m3 |

**Determinación de humedad superficial del agregado:**

|                 |      |   |      |        |
|-----------------|------|---|------|--------|
| Agregado fino   | 5.06 | - | 3.23 | 1.83 % |
| Agregado grueso | 4.57 | - | 1.81 | 2.76 % |

**Aporte de humedad del:**

|                                 |        |   |        |                 |
|---------------------------------|--------|---|--------|-----------------|
| Agregado fino                   | 702.44 | x | 1.83 % | 12.85 lt        |
| Agregado grueso                 | 947.30 | x | 2.76 % | 26.15 lt        |
| Aporte de agua de los agregados |        |   |        | <u>39.00 Lt</u> |

**l) Cantidad de Material Corregido por m3 de Concreto.**

|                          |                |              |
|--------------------------|----------------|--------------|
| Cemento                  | 365.81         | Kg/m3        |
| Agua efectiva            | 154.00         | Lt/m3        |
| Agregado fino            | 737.98         | Kg/m3        |
| Agregado grueso          | <u>990.59</u>  | Kg/m3        |
| <b>Peso de la mezcla</b> | <b>2248.38</b> | <b>Kg/m3</b> |

**m) Proporción en Peso de los Materiales Corregidos.**

|         |        |   |        |      |
|---------|--------|---|--------|------|
| Cemento | 365.81 | ÷ | 365.81 | 1.00 |
|---------|--------|---|--------|------|

|                 |        |   |        |      |
|-----------------|--------|---|--------|------|
| Agua efectiva   | 154.00 | ÷ | 365.81 | 0.42 |
| Agregado fino   | 737.98 | ÷ | 365.81 | 2.02 |
| Agregado grueso | 990.59 | ÷ | 365.81 | 2.71 |

**n) Cantidad de Material Corregido por Bolsa de Cemento.**

|                 |      |      |        |         |
|-----------------|------|------|--------|---------|
| Cemento         | 1.00 | 42.5 | 42.50  | Kg/bls. |
| Agua efectiva   | 0.42 | 42.5 | 17.85  | Lt/bls. |
| Agregado fino   | 2.02 | 42.5 | 85.85  | Kg/bls. |
| Agregado grueso | 2.71 | 42.5 | 115.18 | Kg/bls. |

**Tabla 50:** Ensayo de Resistencia a la compresión simple de la CANTERA PIEDRA AZUL 28 días.

| Probetas<br>Nº | Cantera             | Diámetro<br>cm | Edad<br>días | Carga<br>Kgf. | Área<br>cm <sup>2</sup> | Resistencia<br>Kg/cm <sup>2</sup> |
|----------------|---------------------|----------------|--------------|---------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1              | Cantera Piedra Azul | 14.89          | 28           | 36897         | 174.13                  | 211.90                            |
| 2              | Cantera Piedra Azul | 14.95          | 28           | 34875         | 175.53                  | 198.68                            |
| 3              | Cantera Piedra Azul | 15.01          | 28           | 35710         | 176.95                  | 201.81                            |
| 4              | Cantera Piedra Azul | 15.07          | 28           | 38212         | 178.36                  | 214.24                            |
| 5              | Cantera Piedra Azul | 14.97          | 28           | 34727         | 176.00                  | 197.31                            |
| 6              | Cantera Piedra Azul | 9.99           | 28           | 15889         | 78.38                   | 202.72                            |
| 7              | Cantera Piedra Azul | 9.98           | 28           | 14574         | 78.22                   | 186.31                            |
| 8              | Cantera Piedra Azul | 10.00          | 28           | 17124         | 78.54                   | 218.04                            |
| 9              | Cantera Piedra Azul | 10.03          | 28           | 16142         | 79.01                   | 204.30                            |
| 10             | Cantera Piedra Azul | 10.50          | 28           | 16825         | 86.59                   | 194.31                            |
| 11             | Cantera Piedra Azul | 9.99           | 28           | 15764         | 78.38                   | 201.12                            |
| 12             | Cantera Piedra Azul | 10.02          | 28           | 15287         | 78.85                   | 193.87                            |
| 13             | Cantera Piedra Azul | 10.05          | 28           | 17162         | 79.32                   | 216.35                            |
| 14             | Cantera Piedra Azul | 9.97           | 28           | 17326         | 78.07                   | 221.94                            |
| 15             | Cantera Piedra Azul | 9.96           | 28           | 16007         | 77.91                   | 205.45                            |
| 16             | Cantera Piedra Azul | 10.02          | 28           | 15904         | 78.85                   | 201.69                            |
| 17             | Cantera Piedra Azul | 10.08          | 28           | 15742         | 79.80                   | 197.27                            |
| 18             | Cantera Piedra Azul | 10.00          | 28           | 14862         | 78.54                   | 189.23                            |
| 19             | Cantera Piedra Azul | 9.89           | 28           | 16034         | 76.82                   | 208.72                            |
| 20             | Cantera Piedra Azul | 9.97           | 28           | 15345         | 78.07                   | 196.56                            |

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a los resultados se puede apreciar que las probetas de la cantera PIEDRA AZUL no llega a la resistencia diseñada por ello se realizara la corrección de estos resultados y diseños de mezcla.

**Tabla 51:** cálculo de desviación estándar, cantera piedra azul.

| muestra | x      | x - X  | (x - X) <sup>2</sup> |         |
|---------|--------|--------|----------------------|---------|
| 1       | 211.90 | 8.81   | 8.81                 | 77.53   |
| 2       | 198.68 | -4.41  | -4.41                | 19.46   |
| 3       | 201.81 | -1.28  | -1.28                | 1.63    |
| 4       | 214.24 | 11.15  | 11.15                | 124.23  |
| 5       | 197.31 | -5.78  | -5.78                | 33.44   |
| 6       | 202.72 | -0.38  | -0.38                | 0.14    |
| 7       | 186.31 | -16.78 | -16.78               | 281.57  |
| 8       | 218.04 | 14.94  | 14.94                | 223.33  |
| 9       | 204.30 | 1.21   | 1.21                 | 1.47    |
| 10      | 194.31 | -8.78  | -8.78                | 77.09   |
| 11      | 201.12 | -1.97  | -1.97                | 3.88    |
| 12      | 193.87 | -9.22  | -9.22                | 85.05   |
| 13      | 216.35 | 13.26  | 13.26                | 175.80  |
| 14      | 221.94 | 18.85  | 18.85                | 355.16  |
| 15      | 205.45 | 2.36   | 2.36                 | 5.58    |
| 16      | 201.69 | -1.40  | -1.40                | 1.95    |
| 17      | 197.27 | -5.82  | -5.82                | 33.89   |
| 18      | 189.23 | -13.86 | -13.86               | 192.03  |
| 19      | 208.72 | 5.63   | 5.63                 | 31.72   |
| 20      | 196.56 | -6.53  | -6.53                | 42.64   |
|         | 203.09 | 0.00   |                      | 1767.60 |

$$\begin{aligned}
 n &= 20.00 & - \\
 \sum n &= 4061.84 & - \\
 \sum n/n &= 203.09 & \text{Kg/cm}^2 \\
 \sum (x - X)^2 &= 1767.60 & -
 \end{aligned}$$

|              |       |                    |
|--------------|-------|--------------------|
| $\delta^2 =$ | 93.03 | -                  |
| $\delta =$   | 9.65  | Kg/cm <sup>2</sup> |
| $V =$        | 4.75  | %                  |
| $\delta' =$  | 10.42 | Kg/cm <sup>2</sup> |

**Fuente:** Elaboración propia

A partir de la tabla se determinó y observo que la desviación estándar  $\delta$  es de 10.42 kg/cm<sup>2</sup> y se procedió a determinar la resistencia promedio con las siguientes ecuaciones:

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 \delta$$

$$f'_{cr} = 308 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 \delta - 35$$

$$f'_{cr} = 283 \text{ Kg/cm}^2$$

Se escogió el mayor valor de  $f'_{cr} = 308 \text{ kg/cm}^2$  para el diseño de mezcla corregido.

**a) Relación agua/cemento**

**Tabla 52:** Relación agua cemento a/c

| $f'_{cr}$<br>(28 días) | Relación Agua - Cemento de diseño en peso. |                                |
|------------------------|--|--------------------------------|
|                        | Concretos Sin Aire Incorporado             | Concretos Con Aire Incorporado |
| 150                    | 0.80                                       | 0.71                           |
| 200                    | <b>0.70</b>                                | 0.61                           |
| 250                    | 0.62                                       | 0.53                           |
| <b>300</b>             | <b>0.55</b>                                | 0.46                           |
| <b>350</b>             | <b>0.48</b>                                | 0.40                           |
| 400                    | 0.43                                       | ---                            |
| 450                    | 0.38                                       | ---                            |

**Fuente:** Rivva, 2014.

Entrando en la tabla, para una resistencia promedio correspondiente a **308 kg/cm<sup>2</sup>** en un concreto sin aire incorporado, se encuentra una relación agua-cemento por resistencia de **0.539**.

### b) Factor Cemento

Determinamos el factor cemento por la siguiente expresión:

$$FC = \frac{\text{Vol. unitario de agua}}{\text{Relación a/c}} = \frac{205 \text{ l/m}^3}{0.539} = 380.33 \text{ kg/m}^3$$

### c) Cálculo del Volumen Absoluto de Pasta

Determinamos los volúmenes unitarios de los componentes de la pasta

$$\text{Vol. unitario de cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{P.e. del cemento}} = \frac{380.33 \text{ kg/m}^3}{2880 \text{ kg/m}^3} = 0.132$$

$$\text{Vol. unitario de agua} = \frac{\text{Vol. unit. agua}}{\text{P.e. del agua}} = \frac{205 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.205$$

$$\text{Vol. unitario de Aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 2.0\% = 0.020$$

**Tabla 53:** Volúmenes absolutos de pasta

| <b>VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA</b> |              |
|----------------------------------|--------------|
| Cemento                          | 0.132        |
| Agua                             | 0.205        |
| Aire                             | 0.020        |
| <b>VOLUMEN ABSOLUTO</b>          | <b>0.357</b> |

Fuente: Elaboración propia

### d) Cálculo del Volumen Absoluto de Agregado

Siendo el agregado complemento de la pasta, se tiene que:

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = \text{Vol. total (1)} - \text{Vol. absoluto de la pasta}$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = 1 - 0.357 = 0.643$$

### e) Cálculo del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

Una vez conocido el volumen absoluto de agregado en general, necesitamos obtener los volúmenes absolutos de los agregados grueso y fino respectivamente.

Para ello es necesario determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), en la siguiente tabla:

**Tabla 54:** Módulo de fineza de la combinación de los agregados

| TAMAÑO<br>MAXIMO DE<br>AGREGADO<br>pulg. | Módulo de fineza de la combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos por metro cubico indicados |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 5  | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   |
| 3/8                                      | 3.88   | 3.96 | 4.04 | 4.11 | 4.19 | 4.27 | 4.36 | 4.44 | 4.52 |
| 1/2                                      | 4.38   | 4.46 | 4.54 | 4.61 | 4.69 | 4.77 | 4.86 | 4.94 | 5.02 |
| 3/4                                      | 4.88   | 4.96 | 5.04 | 5.11 | 5.19 | 5.27 | 5.36 | 5.44 | 5.52 |
| 1  | 5.18   | 5.26 | 5.34 | 5.41 | 5.49 | 5.57 | 5.66 | 5.74 | 5.82 |
| 1 1/2                                    | 5.48   | 5.56 | 5.64 | 5.71 | 5.79 | 5.87 | 5.96 | 6.04 | 6.12 |
| 2  | 5.78   | 5.86 | 5.94 | 6.01 | 6.09 | 6.17 | 6.26 | 6.34 | 6.42 |
| 3  | 6.08   | 6.16 | 6.24 | 6.31 | 6.39 | 6.47 | 6.56 | 6.64 | 6.72 |

**Fuente:** Rivva, 2014.

En la tabla encontramos valores de módulos de fineza de la combinación de agregados ( $m$ ), que ofrecen las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas/m<sup>3</sup>, entonces para el presente diseño de mezcla:

$$N^{\circ} \text{ de bolsas de cemento por } m^3 = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{Peso de la bolsa}} = \frac{380.48}{42.5} = 8.95$$

Por lo tanto, interpolando se obtiene que para 8.43 bolsas/m<sup>3</sup> de concreto el módulo de fineza de la combinación de agregados ( $m = 5.186$ ).

#### f) Cálculo del Valor $R_f$ .

Obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$R_f = 100 * \frac{(m_g - m)}{(m_g - m_f)} = 100 * \frac{(7.290 - 5.186)}{(7.290 - 3.360)} = 53.53 \%$$

Dónde:

$R_f$  : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto de agregado.

$m$  : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

**mg** : Módulo de fineza del agregado grueso.

**mf** : Módulo de fineza del agregado fino.

**g) Determinación del Porcentaje de Incidencia del Agregado Grueso con respecto al Agregado Global.**

$$\% R_g = 1 - R_f$$

$$\% R_g = 1 - 53.53 \%$$

$$\% R_g = 46.47 \%$$

**h) Cálculo de los Volúmenes Absolutos del Agregado.**

Se procede a obtener los volúmenes absolutos de agregado fino y grueso:

$$\text{Vol. abs. de agregado fino} = R_f * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregad fino} = 0.5353 * 0.643 = 0.344$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = R_g * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. de agregado grueso} = 0.4647 * 0.643 = 0.299$$

**i) Cálculo de los Pesos Secos del Agregado.**

$$\text{Peso seco ag. fino} = \text{Vol. abs. de ag. fino} * P. e. del ag. fino$$

$$\text{Peso seco ag. fino} = 0.344 * 2450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 843.17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = \text{Vol. abs. de ag. grueso} * P. e. del ag. grueso$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = 0.299 * 2550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 761.78 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

**j) Cantidad de Material por m3 en Peso.**

|                          |   |                |              |
|--------------------------|---|----------------|--------------|
| Cemento                  | : | 380.48         | Kg/m3        |
| Agua de diseño           | : | 205.00         | Lt/m3        |
| Agregado fino            | : | 843.17         | Kg/m3        |
| Agregado grueso          | : | 761.78         | Kg/m3        |
| <b>Peso de la mezcla</b> |   | <b>2190.43</b> | <b>Kg/m3</b> |

**k) Corrección por Humedad del Agregado.**

**Peso húmedo de:**

$$\text{Agregado fino} \quad 843.17 \quad \times \quad 3.58 \% \quad 873.36 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} \quad 761.78 \quad \times \quad 3.42 \% \quad 787.83 \text{ kg/m}^3$$

**Determinación de humedad superficial del agregado:**

|                                 |        |   |        |                 |
|---------------------------------|--------|---|--------|-----------------|
| Agregado fino                   | 3.58   | - | 2.00   | 1.58 %          |
| Agregado grueso                 | 4.42   | - | 1.75   | 1.67 %          |
| <b>Aporte de humedad del:</b>   |        |   |        |                 |
| Agregado fino                   | 843.17 | x | 1.58 % | 13.32 lt        |
| Agregado grueso                 | 761.78 | x | 1.67 % | 12.72 lt        |
| Aporte de agua de los agregados |        |   |        | <u>26.04 Lt</u> |

**l) Cantidad de Material Corregido por m3 de Concreto.**

|                          |               |       |
|--------------------------|---------------|-------|
| Cemento                  | 380.48        | Kg/m3 |
| Agua efectiva            | 178.96        | Lt/m3 |
| Agregado fino            | 873.36        | Kg/m3 |
| Agregado grueso          | <u>787.83</u> | Kg/m3 |
| <b>Peso de la mezcla</b> | 2220.63       | Kg/m3 |

**m) Proporción en Peso de los Materiales Corregidos.**

|                 |        |   |        |      |
|-----------------|--------|---|--------|------|
| Cemento         | 380.48 | ÷ | 380.48 | 1.00 |
| Agua efectiva   | 178.96 | ÷ | 380.48 | 0.47 |
| Agregado fino   | 873.36 | ÷ | 380.48 | 2.30 |
| Agregado grueso | 787.83 | ÷ | 380.48 | 2.07 |

**n) Cantidad de Material Corregido por Bolsa de Cemento.**

|                 |      |      |       |         |
|-----------------|------|------|-------|---------|
| Cemento         | 1.00 | 42.5 | 42.50 | Kg/bls. |
| Agua efectiva   | 0.47 | 42.5 | 19.99 | Lt/bls. |
| Agregado fino   | 2.30 | 42.5 | 97.56 | Kg/bls. |
| Agregado grueso | 2.07 | 42.5 | 88.00 | Kg/bls. |

### 3.7 ENSAYOS REALIZADOS

#### 3.7.1 Ensayos en Estado Fresco del Concreto

Una vez obtenido el diseño de mezclas se procedió a realizar el vaciado del concreto en los moldes, siendo necesario la realización de ensayos en estado fresco del concreto, con la finalidad de controlar el asentamiento o SLUMP de la mezcla de concreto, parámetro principal de control en lo que a la trabajabilidad del concreto respecta.

### **3.7.1.1 Ensayo de Revenimiento o Asentamiento en el Cono de Abrams (ASTM-C143).**

El presente ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM-C143. Y para realizar esta prueba se utiliza un molde en forma de cono truncado de 30 cm de altura, con un diámetro inferior en su base de 20cm, y en la parte superior un diámetro de 10 cm. Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero liso de 5/8” de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica. (Abanto, 1995)

#### **Equipo utilizado**

- Varilla Lisa de 5/8”.
- Cono de Abrams.

#### **Procedimiento**

- El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.
- Enseguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.
- La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. Lleno y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical.
- El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina Slump.

- Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos.



**Figura 30** Ensayo de revenimiento o asentamiento en el cono de Abrams  
**Fuente:** Elaboración propia

### **3.7.2 Ensayo de Concreto Endurecido**

#### **3.7.2.1 Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto**

##### **a. Norma**

NTP 339.034, ASTM C-39

##### **b. Método**

Este ensayo consiste en la aplicación de carga axial en la parte superior de la probeta, de forma constante hasta alcanzar la rotura del espécimen de prueba, siendo la resistencia a la compresión el cociente resultante de la máxima carga aplicada entre el área promedio de la probeta antes de que ocurra la rotura de la misma.

Se emplea la resistencia a compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran incrementándose esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la

carga máxima para una unidad de área por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). (Abanto, 1997)

### c. Equipo utilizado

- Máquina de compresión, la cual aplica la carga continua, no intermitente y sin impacto.
- Almohadillas de neopreno
- Platos metálicos de roturas

### d. Procedimiento de Ensayo

- Retirar los especímenes a ser ensayados de los recipientes de curado  $\pi$
- Ponerles código a las probetas de ensayos
- Tomar medidas de diámetro, se deben medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí, estas deben de promediarse para posteriormente calcular el área de la sección.
- El cilindro que ya tiene colocado las almohadillas de neopreno se debe centrar en la máquina de ensayo de compresión.
- Se procede a cargar hasta completar la rotura, el régimen de carga con máquina hidráulica se debe mantener en un rango de 0.15 a 0.35 MPa/seg

### e. Cálculo

La resistencia a la compresión de la probeta cilíndrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}; A = \frac{\pi\phi^2}{4}$$

$f'c$  : Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto. (Kg/cm<sup>2</sup>).

$P$  : Máxima carga Aplicada (kg).

$\phi$  : Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

$A$  : Área promedio de la probeta (cm<sup>2</sup>).



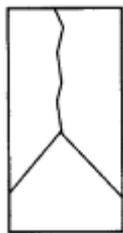
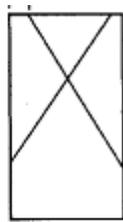
**Figura 31:** Ensayo de compresión del concreto  
**Fuente:** Elaboración propia

### Tipos de fractura

Según la norma ASTM C39, los tipos de fractura que pueden presentarse son:



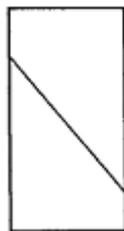
*Tipo 1*  
 Conos bien formados en  
 ambos extremos.



*Tipo 2*  
 Cono bien formado en  
 un extremo con grietas  
 verticales.



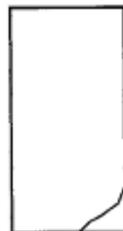
*Tipo 3*  
 Grietas columnares y  
 conos mal formados.



*Tipo 4*  
 Fractura diagonal, sin  
 grietas.



*Tipo 5*  
 Fracturas laterales en la  
 parte superior o inferior.



*Tipo 6*  
 Fracturas laterales en la  
 parte superior.

**Figura 32:** Tipo de falla de cilindros de prueba estándar  
**Fuente:** ASTM C39



**Figura 33:** Tipos de fallas de las probetas elaboradas  
**Fuente:** Elaboración propia

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 ENSAYO DE LAS MUESTRAS A LOS 7,14 y 28 DÍAS

Con el fin de definir cada una las propiedades mecánicas del concreto, principalmente la resistencia a la compresión simple, se ensayó testigos cilíndricos estándares de 15 cm x 30 cm y 10 cm x 20 cm, de acuerdo a una velocidad de carga rápida, hasta la fractura de testigo. El proceso es descrito en detalle en la Norma ASTM C-192.

Los testigos elaborados, se mantuvieron 24 horas en el molde, para luego del tiempo mencionado fueran trasladadas para el debido curado en los laboratorios.

Luego de alcanzar las edades mencionadas anteriormente de los testigos ya mencionados, estos fueron dispuestos para el ensayo de compresión simple. Se tomaron datos como el diámetro de cada una de ellas que fueron medidas y registradas, también la altura de estas, y luego fueron ensayadas luego de obtener dichos datos, fijando y nivelando las caras superior e inferior de diámetro de 15 cm y 10 cm, teniendo un adecuado ensayo a compresión.

Los resultados obtenidos de los ensayos de compresión para la resistencia especificada de 210kg/cm<sup>2</sup> para 7, 14 y 28 días se presentan los resultados de la cantera YOCARA, PIEDRA AZUL, ISLA y UNOCOLLA respecto a compresión simple, se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 55:** Ensayos de Resistencia a la compresión simple de la Cantera YOCARA a los 7, 14 y 28 días.

| Probetas<br>N° | Cantera        | Diámetro<br>cm | Edad<br>días | Carga<br>Kgf. | Área<br>cm <sup>2</sup> | Resistencia        |    |
|----------------|----------------|----------------|--------------|---------------|-------------------------|--------------------|----|
|                |                |                |              |               |                         | Kg/cm <sup>2</sup> | %  |
| 1              | Cantera Yocarά | 14.96          | 7            | 27615         | 175.77                  | 157.11             | 75 |
| 2              | Cantera Yocarά | 14.97          | 7            | 26894         | 176.00                  | 152.80             | 73 |
| 3              | Cantera Yocarά | 15.04          | 7            | 29614         | 177.65                  | 166.70             | 79 |

|    |                |       |    |       |        |        |     |
|----|----------------|-------|----|-------|--------|--------|-----|
| 4  | Cantera Yocar | 9.98  | 7  | 11996 | 78.22  | 153.36 | 73  |
| 5  | Cantera Yocar | 9.95  | 7  | 12878 | 77.75  | 165.62 | 79  |
| 6  | Cantera Yocar | 10.00 | 7  | 11910 | 78.54  | 151.65 | 72  |
| 7  | Cantera Yocar | 9.99  | 7  | 12405 | 78.38  | 158.27 | 75  |
| 8  | Cantera Yocar | 10.00 | 7  | 11517 | 78.54  | 146.64 | 70  |
| 9  | Cantera Yocar | 10.09 | 7  | 11179 | 79.96  | 139.81 | 67  |
| 10 | Cantera Yocar | 10.02 | 7  | 13455 | 78.85  | 170.64 | 81  |
| 11 | Cantera Yocar | 15.04 | 14 | 33459 | 177.65 | 188.34 | 90  |
| 12 | Cantera Yocar | 15.01 | 14 | 34799 | 176.95 | 196.67 | 94  |
| 13 | Cantera Yocar | 14.97 | 14 | 33757 | 176.00 | 191.80 | 91  |
| 14 | Cantera Yocar | 9.99  | 14 | 15347 | 78.38  | 195.80 | 93  |
| 15 | Cantera Yocar | 9.97  | 14 | 14752 | 78.07  | 188.97 | 90  |
| 16 | Cantera Yocar | 10.01 | 14 | 13864 | 78.69  | 176.17 | 84  |
| 17 | Cantera Yocar | 10.02 | 14 | 15621 | 78.85  | 198.11 | 94  |
| 18 | Cantera Yocar | 10.00 | 14 | 13745 | 78.54  | 175.01 | 83  |
| 19 | Cantera Yocar | 10.04 | 14 | 14368 | 79.17  | 181.49 | 86  |
| 20 | Cantera Yocar | 10.00 | 14 | 14847 | 78.46  | 189.23 | 90  |
| 21 | Cantera Yocar | 14.89 | 28 | 42907 | 174.13 | 246.41 | 117 |
| 22 | Cantera Yocar | 14.97 | 28 | 41015 | 176.00 | 233.04 | 111 |
| 23 | Cantera Yocar | 15.05 | 28 | 39361 | 177.89 | 221.27 | 105 |
| 24 | Cantera Yocar | 10.01 | 28 | 19249 | 78.69  | 244.60 | 116 |
| 25 | Cantera Yocar | 9.97  | 28 | 18621 | 78.07  | 238.53 | 114 |
| 26 | Cantera Yocar | 9.96  | 28 | 17548 | 77.91  | 225.23 | 107 |
| 27 | Cantera Yocar | 10.02 | 28 | 16874 | 78.85  | 214.00 | 102 |
| 28 | Cantera Yocar | 10.11 | 28 | 20176 | 80.27  | 251.34 | 120 |
| 29 | Cantera Yocar | 10.04 | 28 | 17984 | 79.17  | 227.17 | 108 |
| 30 | Cantera Yocar | 10.07 | 28 | 17509 | 79.64  | 219.85 | 105 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 56:** Ensayos de Resistencia a la compresión simple de la Cantera PIEDRA AZUL a los 7, 14 y 28 días.

| Probetas<br>N | Cantera             | Diámetro<br>cm | Edad<br>días | Carga<br>Kgf. | rea<br>cm <sup>2</sup> | Resistencia        |    |
|----------------|---------------------|----------------|--------------|---------------|-------------------------|--------------------|----|
|                |                     |                |              |               |                         | Kg/cm <sup>2</sup> | %  |
| 1              | Cantera Piedra Azul | 15.01          | 7            | 27168         | 176.95                  | 153.54             | 73 |

|    |                     |       |    |       |        |        |     |
|----|---------------------|-------|----|-------|--------|--------|-----|
| 2  | Cantera Piedra Azul | 14.97 | 7  | 25085 | 176.00 | 142.53 | 68  |
| 3  | Cantera Piedra Azul | 15.08 | 7  | 25947 | 178.60 | 145.28 | 69  |
| 4  | Cantera Piedra Azul | 10.01 | 7  | 14054 | 78.69  | 178.59 | 85  |
| 5  | Cantera Piedra Azul | 10.03 | 7  | 12805 | 79.01  | 162.07 | 77  |
| 6  | Cantera Piedra Azul | 9.99  | 7  | 13225 | 78.38  | 168.73 | 80  |
| 7  | Cantera Piedra Azul | 9.97  | 7  | 12554 | 78.07  | 160.81 | 77  |
| 8  | Cantera Piedra Azul | 10.02 | 7  | 11375 | 78.85  | 144.26 | 69  |
| 9  | Cantera Piedra Azul | 9.97  | 7  | 12899 | 78.07  | 165.23 | 79  |
| 10 | Cantera Piedra Azul | 10.04 | 7  | 11348 | 79.17  | 143.34 | 68  |
| 11 | Cantera Piedra Azul | 14.97 | 14 | 33701 | 176.00 | 191.48 | 91  |
| 12 | Cantera Piedra Azul | 14.89 | 14 | 34105 | 174.13 | 195.86 | 93  |
| 13 | Cantera Piedra Azul | 15.04 | 14 | 33847 | 177.65 | 190.52 | 91  |
| 14 | Cantera Piedra Azul | 9.99  | 14 | 13942 | 78.38  | 177.88 | 85  |
| 15 | Cantera Piedra Azul | 10.01 | 14 | 14665 | 78.69  | 186.35 | 89  |
| 16 | Cantera Piedra Azul | 10.04 | 14 | 15176 | 79.17  | 191.70 | 91  |
| 17 | Cantera Piedra Azul | 9.98  | 14 | 14574 | 78.22  | 186.31 | 89  |
| 18 | Cantera Piedra Azul | 9.99  | 14 | 15497 | 78.38  | 197.71 | 94  |
| 19 | Cantera Piedra Azul | 9.97  | 14 | 14551 | 77.99  | 186.58 | 89  |
| 20 | Cantera Piedra Azul | 9.95  | 14 | 15570 | 77.75  | 200.25 | 95  |
| 21 | Cantera Piedra Azul | 14.89 | 28 | 43669 | 174.13 | 250.79 | 119 |
| 22 | Cantera Piedra Azul | 14.91 | 28 | 44721 | 174.60 | 256.14 | 122 |
| 23 | Cantera Piedra Azul | 15.15 | 28 | 45127 | 180.26 | 250.34 | 119 |
| 24 | Cantera Piedra Azul | 9.97  | 28 | 17257 | 78.07  | 221.05 | 105 |
| 25 | Cantera Piedra Azul | 9.98  | 28 | 17889 | 78.22  | 228.69 | 109 |
| 26 | Cantera Piedra Azul | 10.01 | 28 | 20176 | 78.69  | 256.38 | 122 |
| 27 | Cantera Piedra Azul | 10.03 | 28 | 18145 | 79.01  | 229.66 | 109 |
| 28 | Cantera Piedra Azul | 10.03 | 28 | 18967 | 79.01  | 240.06 | 114 |
| 29 | Cantera Piedra Azul | 9.89  | 28 | 17969 | 76.82  | 233.91 | 111 |
| 30 | Cantera Piedra Azul | 9.97  | 28 | 18975 | 78.07  | 243.06 | 116 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 57:** Ensayos de Resistencia a la compresión de la Cantera ISLA a los 7, 14 y 28 días.

| Probetas<br>Nº | Cantera      | Diámetro<br>cm | Edad<br>días | Carga<br>Kgf. | Área<br>cm2 | Resistencia |     |
|----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-----|
|                |              |                |              |               |             | Kg/cm2      | %   |
| 1              | Cantera Isla | 15.04          | 7            | 27624         | 177.65      | 155.49      | 74  |
| 2              | Cantera Isla | 14.95          | 7            | 25840         | 175.53      | 147.21      | 70  |
| 3              | Cantera Isla | 14.99          | 7            | 28487         | 176.47      | 161.42      | 77  |
| 4              | Cantera Isla | 9.99           | 7            | 12597         | 78.38       | 160.72      | 77  |
| 5              | Cantera Isla | 10.00          | 7            | 12698         | 78.54       | 161.68      | 77  |
| 6              | Cantera Isla | 10.03          | 7            | 11954         | 79.01       | 151.30      | 72  |
| 7              | Cantera Isla | 10.05          | 7            | 13315         | 79.32       | 167.85      | 80  |
| 8              | Cantera Isla | 9.97           | 7            | 12398         | 78.07       | 158.81      | 76  |
| 9              | Cantera Isla | 9.88           | 7            | 13103         | 76.66       | 170.91      | 81  |
| 10             | Cantera Isla | 10.04          | 7            | 12590         | 79.17       | 159.03      | 76  |
| 11             | Cantera Isla | 15.07          | 14           | 34848         | 178.36      | 195.38      | 93  |
| 12             | Cantera Isla | 14.97          | 14           | 32964         | 176.00      | 187.29      | 89  |
| 13             | Cantera Isla | 15.02          | 14           | 29678         | 177.18      | 167.50      | 80  |
| 14             | Cantera Isla | 9.98           | 14           | 13945         | 78.22       | 178.27      | 85  |
| 15             | Cantera Isla | 10.01          | 14           | 16156         | 78.69       | 205.30      | 98  |
| 16             | Cantera Isla | 10.03          | 14           | 14827         | 79.01       | 187.66      | 89  |
| 17             | Cantera Isla | 9.99           | 14           | 14418         | 78.38       | 183.95      | 88  |
| 18             | Cantera Isla | 9.98           | 14           | 13987         | 78.22       | 178.81      | 85  |
| 19             | Cantera Isla | 9.97           | 14           | 14259         | 78.07       | 182.65      | 87  |
| 20             | Cantera Isla | 10.04          | 14           | 15566         | 79.17       | 196.62      | 94  |
| 21             | Cantera Isla | 14.91          | 28           | 36718         | 174.60      | 210.30      | 100 |
| 22             | Cantera Isla | 14.89          | 28           | 38148         | 174.13      | 219.08      | 104 |
| 23             | Cantera Isla | 10.02          | 28           | 18842         | 78.85       | 238.95      | 114 |
| 24             | Cantera Isla | 10.03          | 28           | 16293         | 79.01       | 206.22      | 98  |
| 25             | Cantera Isla | 9.97           | 28           | 17329         | 78.07       | 221.98      | 106 |
| 26             | Cantera Isla | 9.98           | 28           | 18298         | 78.22       | 233.92      | 111 |
| 27             | Cantera Isla | 10.00          | 28           | 16908         | 78.54       | 215.29      | 103 |
| 28             | Cantera Isla | 10.01          | 28           | 18697         | 78.69       | 237.59      | 113 |
| 29             | Cantera Isla | 9.99           | 28           | 18540         | 78.38       | 236.54      | 113 |
| 30             | Cantera Isla | 9.89           | 28           | 18822         | 76.82       | 245.02      | 117 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 58:** Ensayos de Resistencia a la compresión de la Cantera UNOCOLLA a los 7, 14 y 28 días.

| Probetas<br>Nº | Cantera          | Diámetro<br>cm | Edad<br>días | Carga<br>Kgf. | Área<br>cm2 | Resistencia |     |
|----------------|------------------|----------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-----|
|                |                  |                |              |               |             | Kg/cm2      | %   |
| 1              | Cantera Unocolla | 15.04          | 7            | 26315         | 177.65      | 148.13      | 71  |
| 2              | Cantera Unocolla | 14.97          | 7            | 26754         | 176.00      | 152.01      | 72  |
| 3              | Cantera Unocolla | 14.89          | 7            | 27154         | 174.13      | 155.94      | 74  |
| 4              | Cantera Unocolla | 9.98           | 7            | 11597         | 78.22       | 148.25      | 71  |
| 5              | Cantera Unocolla | 10.00          | 7            | 9978          | 78.54       | 127.05      | 60  |
| 6              | Cantera Unocolla | 10.07          | 7            | 12867         | 79.64       | 161.56      | 77  |
| 7              | Cantera Unocolla | 10.03          | 7            | 10229         | 79.01       | 129.47      | 62  |
| 8              | Cantera Unocolla | 9.98           | 7            | 9851          | 78.22       | 125.93      | 60  |
| 9              | Cantera Unocolla | 10.00          | 7            | 10024         | 78.46       | 127.76      | 61  |
| 10             | Cantera Unocolla | 9.97           | 7            | 9835          | 78.07       | 125.98      | 60  |
| 11             | Cantera Unocolla | 14.95          | 14           | 29751         | 175.53      | 169.49      | 81  |
| 12             | Cantera Unocolla | 15.08          | 14           | 30647         | 178.60      | 171.60      | 82  |
| 13             | Cantera Unocolla | 14.89          | 14           | 28956         | 174.13      | 166.29      | 79  |
| 14             | Cantera Unocolla | 10.00          | 14           | 14756         | 78.54       | 187.88      | 89  |
| 15             | Cantera Unocolla | 10.02          | 14           | 13184         | 78.85       | 167.20      | 80  |
| 16             | Cantera Unocolla | 9.97           | 14           | 14441         | 78.07       | 184.98      | 88  |
| 17             | Cantera Unocolla | 9.95           | 14           | 12948         | 77.75       | 166.53      | 79  |
| 18             | Cantera Unocolla | 10.01          | 14           | 13870         | 78.69       | 176.25      | 84  |
| 19             | Cantera Unocolla | 9.99           | 14           | 14172         | 78.30       | 180.99      | 86  |
| 20             | Cantera Unocolla | 9.97           | 14           | 12928         | 78.07       | 165.60      | 79  |
| 21             | Cantera Unocolla | 14.97          | 28           | 39847         | 176.00      | 226.40      | 108 |
| 22             | Cantera Unocolla | 15.02          | 28           | 35960         | 177.18      | 202.96      | 97  |
| 23             | Cantera Unocolla | 14.95          | 28           | 34587         | 175.53      | 197.04      | 94  |
| 24             | Cantera Unocolla | 9.99           | 28           | 16548         | 78.38       | 211.12      | 101 |
| 25             | Cantera Unocolla | 10.00          | 28           | 15873         | 78.54       | 202.11      | 96  |
| 26             | Cantera Unocolla | 10.02          | 28           | 17764         | 78.85       | 225.28      | 107 |
| 27             | Cantera Unocolla | 10.05          | 28           | 16491         | 79.32       | 207.89      | 99  |
| 28             | Cantera Unocolla | 9.97           | 28           | 16083         | 78.07       | 206.02      | 98  |
| 29             | Cantera Unocolla | 9.99           | 28           | 17945         | 78.30       | 229.18      | 109 |
| 30             | Cantera Unocolla | 10.04          | 28           | 16977         | 79.17       | 214.45      | 102 |

**Fuente:** Elaboración propia

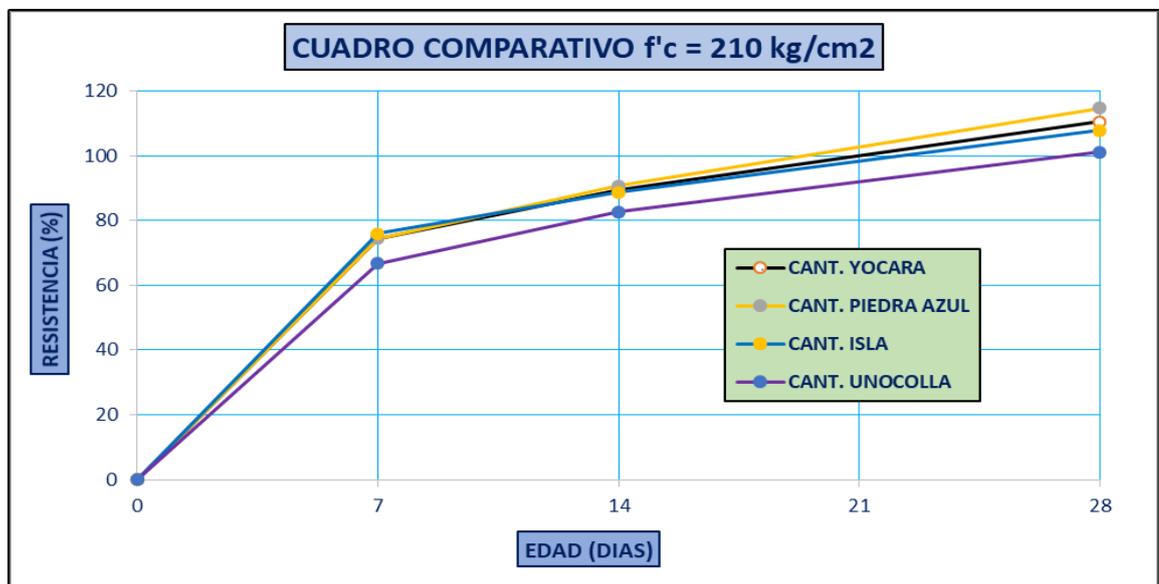
#### 4.2. DISEÑO PARA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Con los resultados obtenidos de los ensayos de 30 probetas de concreto (10 a los 7 días, 10 a los 14 días y 10 a los 28 días de edad), se tiene las siguiente resistencias promedio a la compresión para cada edad, así como los porcentajes de las resistencias de  $210 \text{ kg/cm}^2$  especificada por diseño.

**Tabla 59:** Resultados promedio de resistencia a la compresión simple para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

| RESISTENCIA PROMEDIO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ |                    |        |                    |        |                    |        |                    |        |
|--|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|
| DIAS   | CANT. YOCARA       |        | CANT. PIEDRA AZUL  |        | CANT. ISLA         |        | CANT. UNOCOLLA     |        |
|  | Kg/cm <sup>2</sup> | %      |
| 7  | 156.26             | 74.41  | 156.44             | 74.49  | 159.44             | 75.93  | 140.21             | 66.77  |
| 14   | 188.16             | 89.60  | 190.46             | 90.70  | 186.34             | 88.73  | 173.68             | 82.71  |
| 28   | 232.14             | 110.54 | 241.01             | 114.77 | 226.49             | 107.85 | 212.24             | 101.07 |

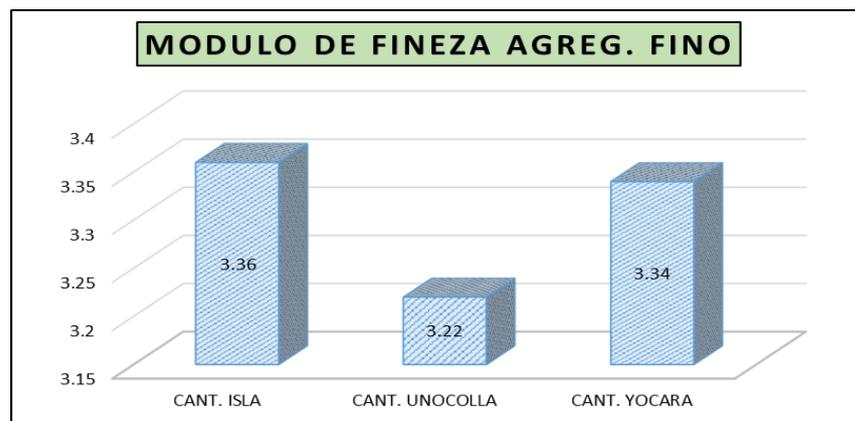
Fuente: Elaboración propia



**Figura 34:** Cuadro comparativo resistencia vs edad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

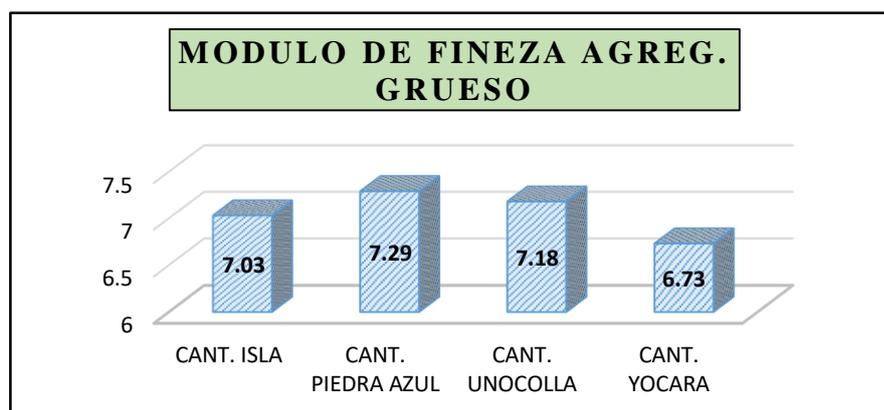
Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la figura 34, se puede observar que la resistencia a los 28 días en la cantera PIEDRA AZUL es de 241.01 kg/cm<sup>2</sup> con un 114.77%, seguidamente la cantera YOCARA 232.14 kg/cm<sup>2</sup> con un 110.54%, cantera ISLA 226.49 kg/cm<sup>2</sup> con un 107.85% y por último la cantera UNOCOLLA 212.24 kg/cm<sup>2</sup> con un 101.07%. Según los resultados obtenidos se observa que se tiene valores muy favorables en la cantera piedra azul y Yocarà por lo que nos indica un buen material para la elaboración del concreto.

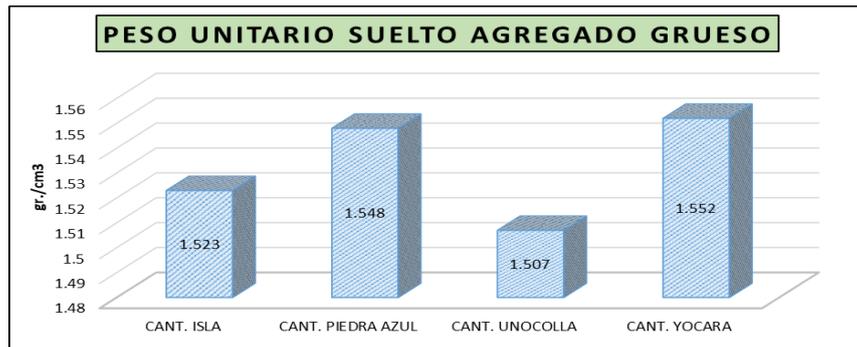


**Figura 35:** Cuadro comparativo módulo de fineza del agregado fino  
**Fuente:** Elaboración propia

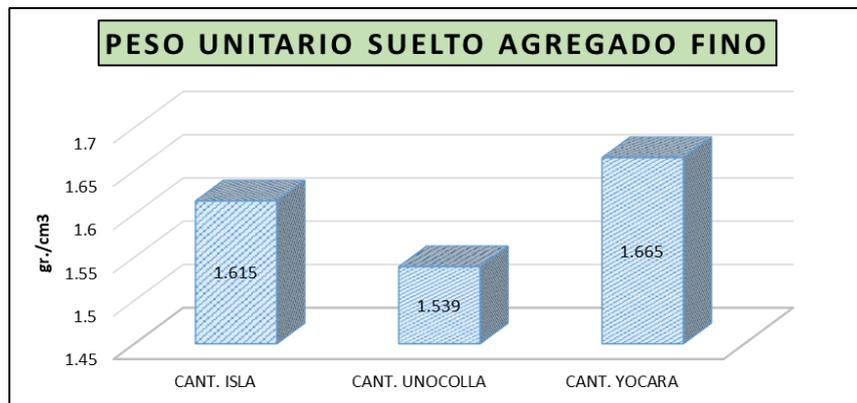
**Interpretación:** La cantera Unocolla presenta ligeramente más finos a comparación de las dos canteras restantes.



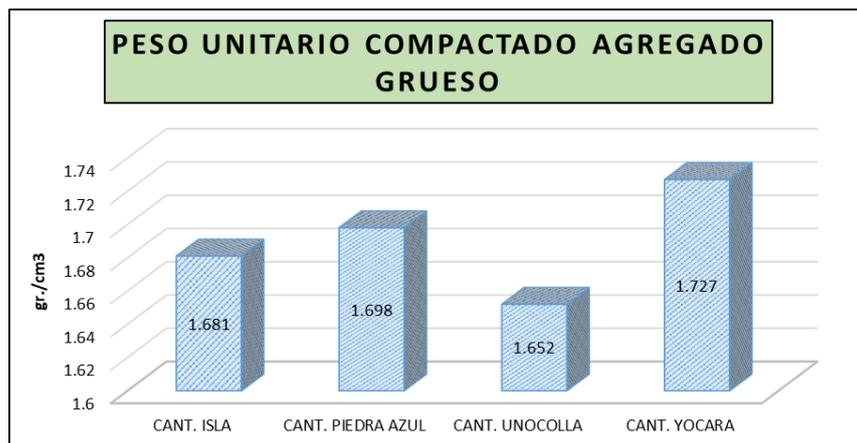
**Figura 36:** Cuadro comparativo módulo de fineza del agregado grueso  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 38:** Cuadro comparativo peso unitario suelto del agregado grueso  
**Fuente:** Elaboración propia



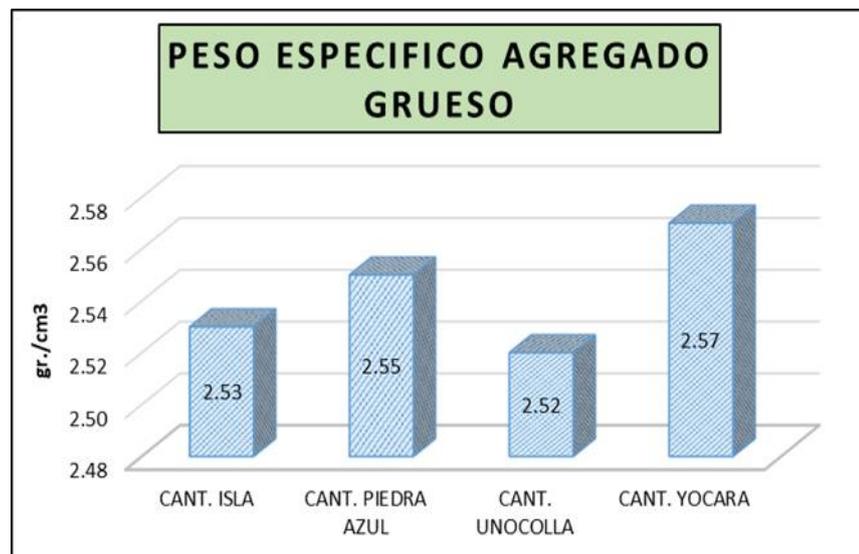
**Figura 37:** Cuadro comparativo peso unitario suelto del agregado fino  
**Fuente:** Elaboración propia



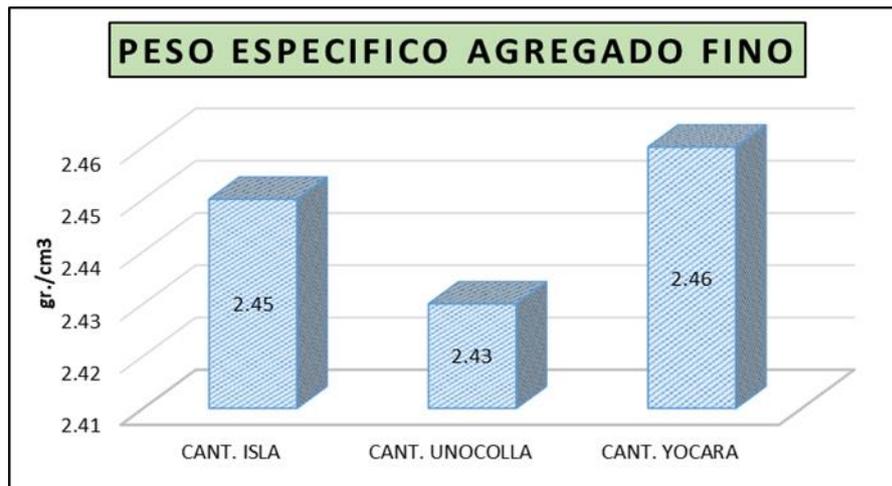
**Figura 39:** Cuadro comparativo peso unitario compactado del agregado grueso  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 41:** Cuadro comparativo peso unitario compactado del agregado fino  
**Fuente:** Elaboración propia



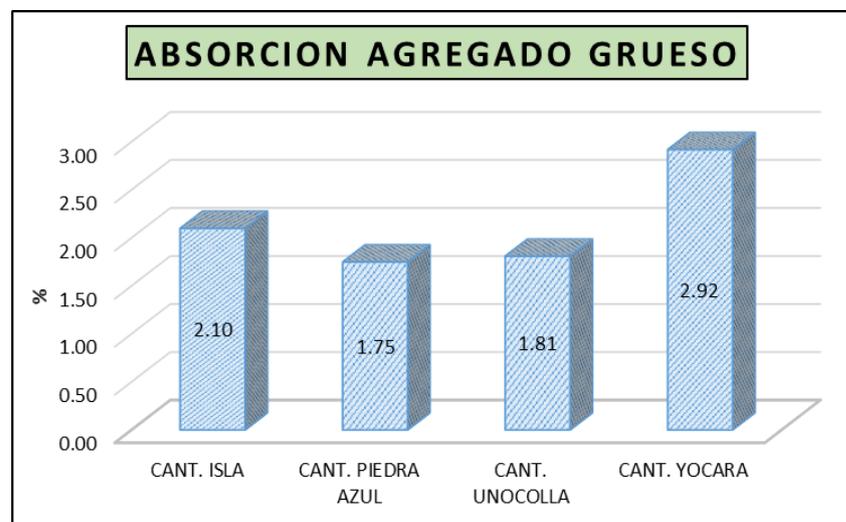
**Figura 40:** Cuadro comparativo peso específico del agregado grueso  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 42.** Cuadro comparativo peso específico del agregado fino

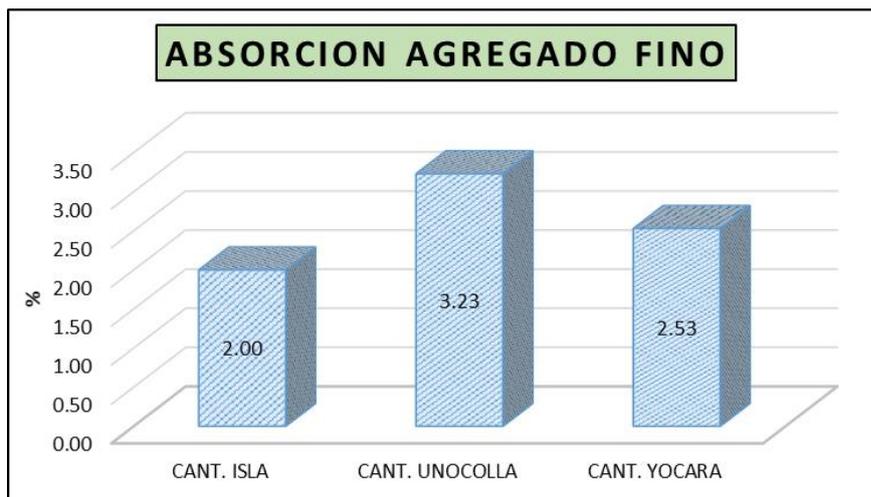
**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** En los cuadros de resumen figura 39 y 40, se puede observar que el peso específico de los agregados gruesos y arenas son aptos para ser utilizados en la elaboración de concreto debido a que el rango admisible está entre 2.50g./cm<sup>3</sup> y 2.700gr./cm<sup>3</sup>.



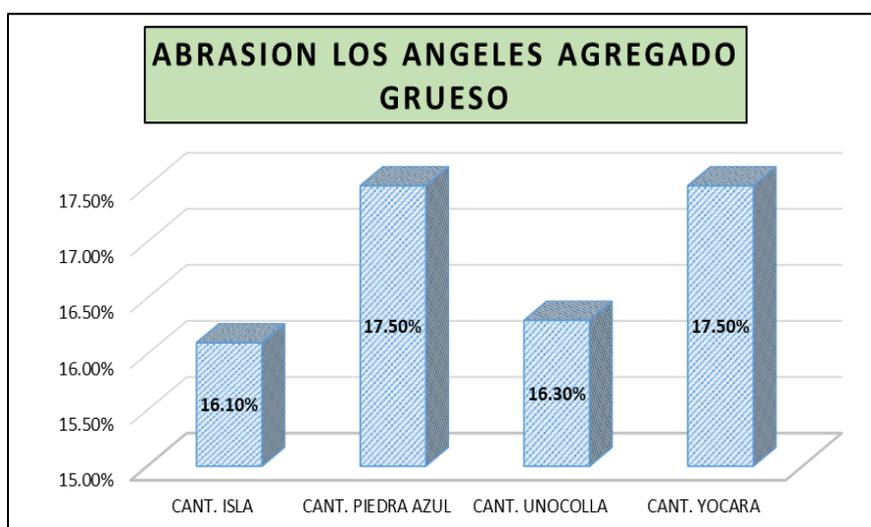
**Figura 43.** Cuadro comparativo Absorción del agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 44.** Cuadro comparativo Absorción del agregado fino

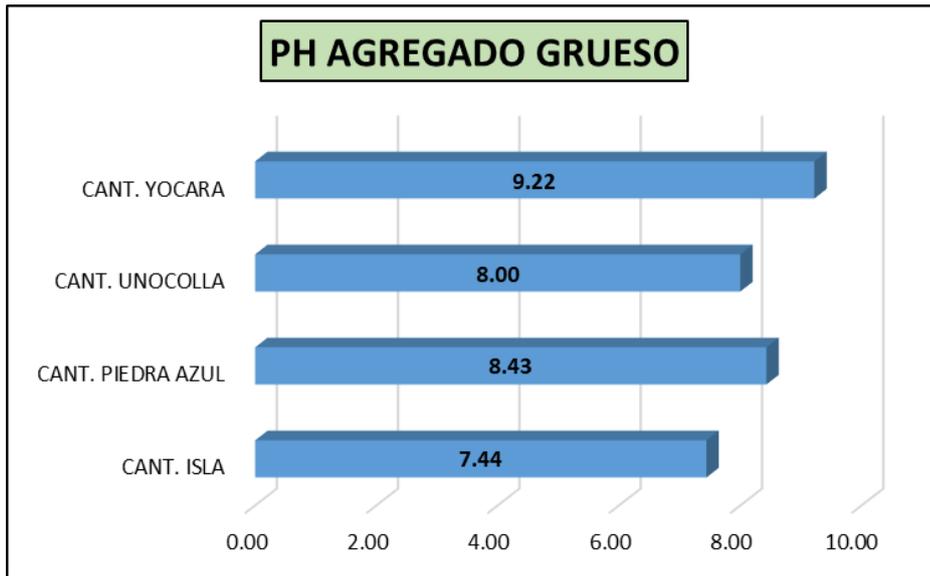
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 45.** Cuadro comparativo abrasión los ángeles del agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia

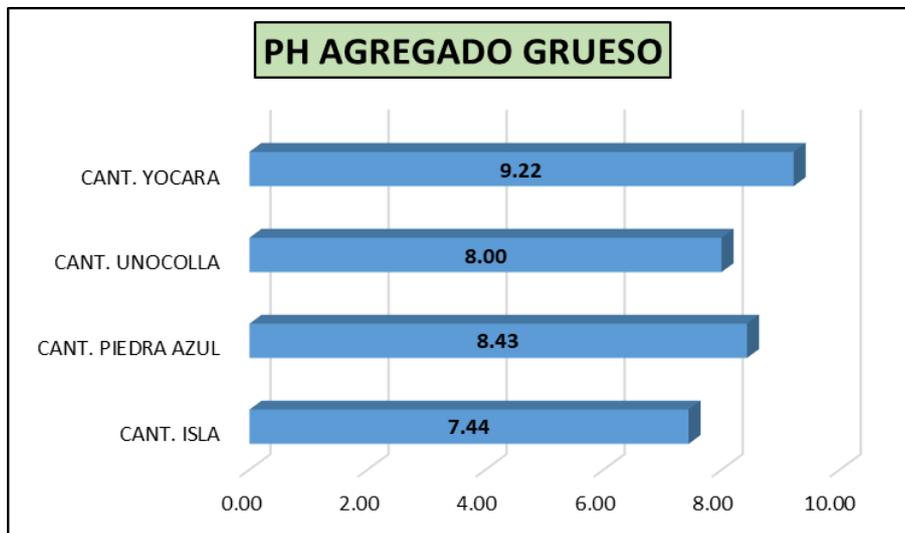
**Interpretación:** El porcentaje de desgaste es un indicativo de la calidad del agregado, según la norma ASTM C 131, no debe ser mayor al 40%



**Figura 46.** Cuadro comparativo PH del agregado grueso

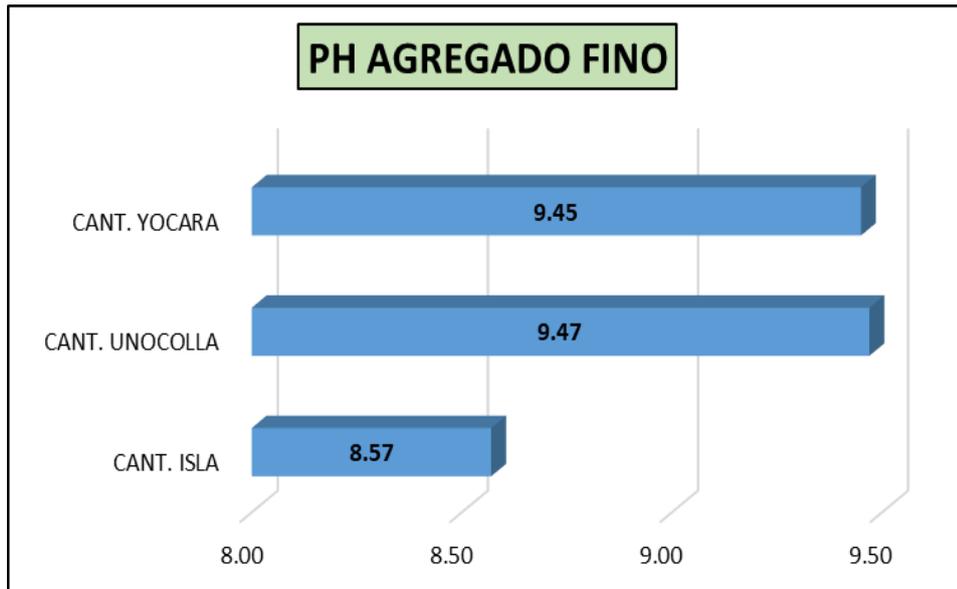
**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** El porcentaje de desgaste es un indicativo de la calidad del agregado, según la norma ASTM C 131, no debe ser mayor al 40%



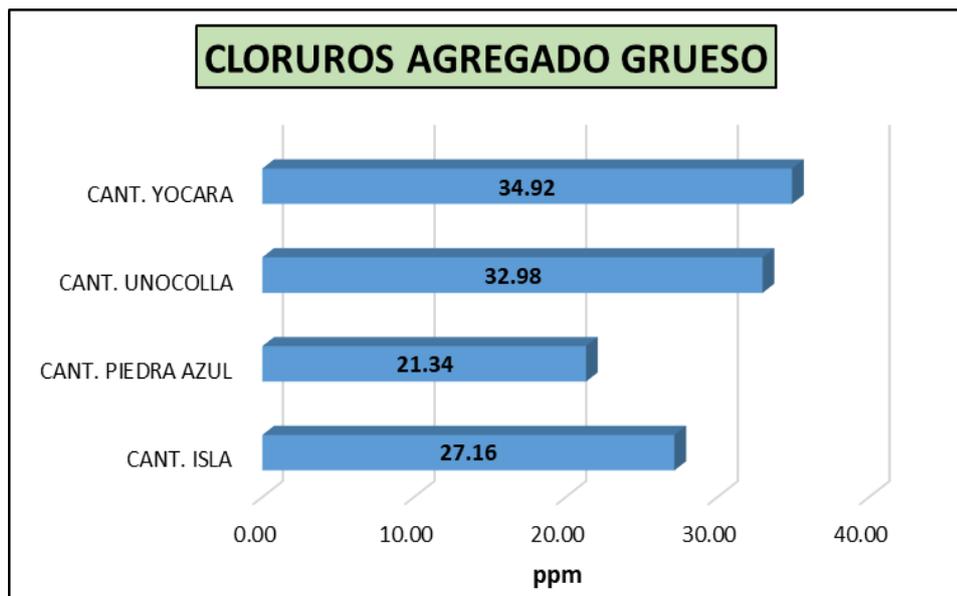
**Figura 47.** Cuadro comparativo PH del agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 48.** Cuadro comparativo PH del agregado fino

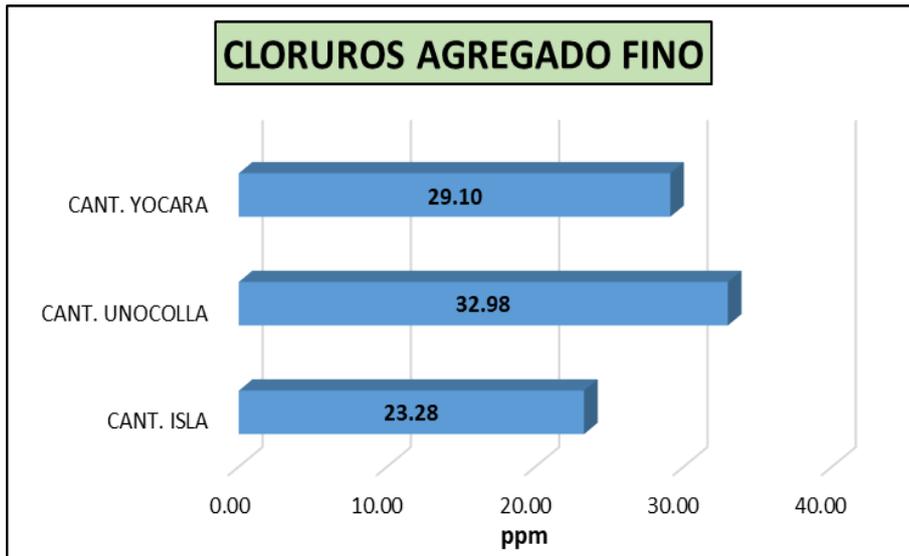
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 49.** Cuadro comparativo de cloruro del agregado grueso

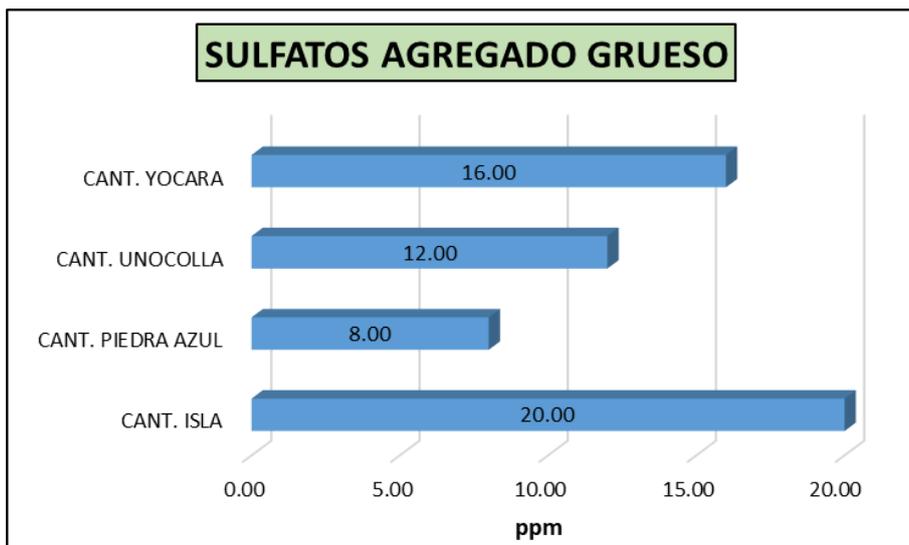
**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Los cloruros son los que atacan al acero en el caso de concreto armados, esta no debe ser mayor a 1000ppm.



**Figura 50.** Cuadro comparativo de cloruro del agregado fino

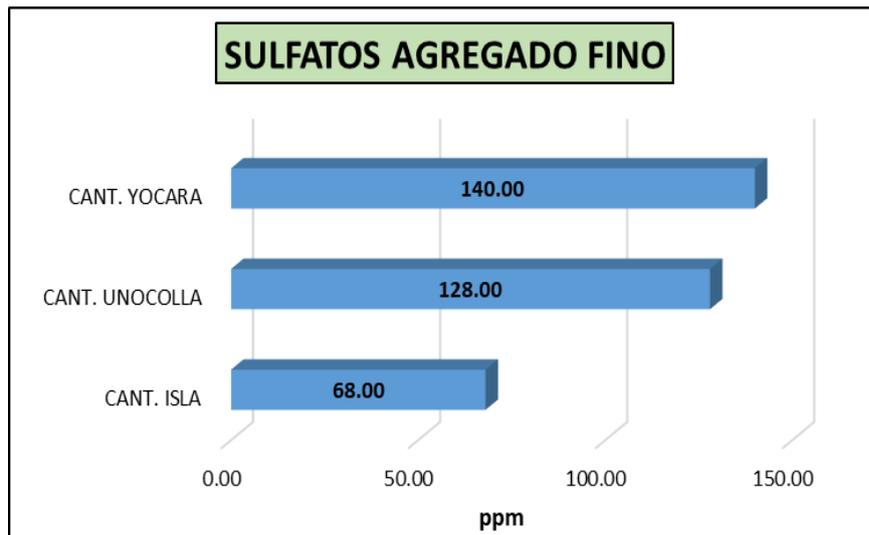
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 51.** Cuadro comparativo de sulfato del agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** los sulfatos son los que atacan al concreto en sí, y esta no de ser mayor a 600ppm como máximo.



**Figura 52.** Cuadro comparativo de sulfato del agregado fino

**Fuente:** Elaboración propia

### Resultados del Diseño de Mezclas por el Método Modulo de Fineza $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 60:** diseño de mezclas de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

| DESCRIPCION               | CANTERA                |                        |                        |                        |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                           | PIEDRA AZUL            | YOCARA                 | ISLA                   | UNOCOLLA               |
| Resistencia de diseño     | 210 Kg/cm <sup>2</sup> | 210 Kg/cm <sup>2</sup> | 210 Kg/cm <sup>2</sup> | 210 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Resistencia promedio      | 308 Kg/cm <sup>2</sup> | 308 Kg/cm <sup>2</sup> | 310 Kg/cm <sup>2</sup> | 316 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Tamaño Máximo Nominal     | 3/4"                   | 1"                     | 1"                     | 1"                     |
| Asentamiento              | 3" - 4"                | 3" - 4"                | 3" - 4"                | 3" - 4"                |
| Volumen Unitario del Agua | 205 lt                 | 193 lt                 | 193 lt                 | 193 lt                 |
| Contenido de Aire         | 1.50%                  | 1.50%                  | 1.50%                  | 1.50%                  |
| Relación Agua/Cemento     | 0.54                   | 0.54                   | 0.54                   | 0.53                   |
| Factor Cemento            | 380.48                 | 358.20                 | 360.07                 | 365.81                 |
| Bolsas                    | 8.95                   | 8.43                   | 8.47                   | 8.61                   |
| Peso del Agregado Grueso  | 783.26                 | 1089.05                | 982.94                 | 984.85                 |
| Peso del Agregado Fino    | 868.76                 | 648.89                 | 727.33                 | 731.62                 |

**Fuente:** Elaboración propia

Se obtiene los resultados de diseño de mezcla de las distintas canteras, se observa que todos tienen diferentes dosificaciones esto debido a que las propiedades de cada cantera son distintas, por lo que es necesario hacer un análisis comparativo de diferentes diseños para observar las diferencias entre sí. Como ejemplo se tomara la cantera Yocará.

**Tabla 61:** Cuadro comparativo para distintos diseños

| DESCRIPCION               | CANTERA YOCARA         |                        |                        |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Resistencia de diseño     | 210 Kg/cm <sup>2</sup> | 210 Kg/cm <sup>2</sup> | 210 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Resistencia promedio      | 210 Kg/cm <sup>2</sup> | 294 Kg/cm <sup>2</sup> | 308 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Tamaño Máximo Nominal     | 1"                     | 1"                     | 1"                     |
| Asentamiento              | 3" - 4"                | 3" - 4"                | 3" - 4"                |
| Volumen Unitario del Agua | 193 lt                 | 193 lt                 | 193 lt                 |
| Contenido de Aire         | 1.50%                  | 1.50%                  | 1.50%                  |
| Relación Agua/Cemento     | 0.68                   | 0.56                   | 0.54                   |
| Factor Cemento            | 282.16                 | 345.63                 | 358.20                 |
| Bolsas                    | 6.64                   | 8.13                   | 8.43                   |
| Peso del Agregado Grueso  | 1064.65                | 1085.73                | 1089.05                |
| Peso del Agregado Fino    | 751.42                 | 673.69                 | 648.89                 |

**Fuente:** Elaboración propia

Se observa que para una resistencia promedio de 294 Kg/cm<sup>2</sup>, se obtiene un total de 8.13 bolsas de cemento por metro cubico de concreto, con estos datos se elaboró las briquetas obteniendo una resistencia cercana al de diseño.

Es por eso que es necesario hacer un reajuste del diseño con el método de la desviación estándar, obteniendo una resistencia promedio de 308 Kg/cm<sup>2</sup>, con lo cual nos da un total de 8.43 bolsas de cemento por metro cubico de concreto, con lo cual llego a la resistencia de diseño esperado.

# CAPITULO V

## CONCLUSIONES

### 5.1 CONCLUSION GENERAL

Todos los ensayos realizados a los agregados de las canteras Yocar, Isla, Unocolla y Piedra Azul, indican que son aptos y/o recomendados para la elaboración de concreto, siempre y cuando sean utilizados en proporciones adecuadas y en las condiciones favorables según las características de cada obra. Existen diferentes factores relacionados entre sí que determinaran la calidad del concreto obtenido a través del desarrollo y proporcionamiento de la mezcla de concreto, así como el funcionamiento y servicialidad de éste. Con las pruebas desarrolladas a lo largo de la presente investigación y los resultados obtenidos con cada una de las características que fueron evaluadas del material fino y grueso, se pudo constatar que las canteras evaluadas poseen características similares en algunos aspectos.

#### 5.1.1 Conclusiones Específicos

##### **Objetivo 01:**

##### **Propiedades Físicas del Agregado Fino de la Cantera Unocolla, Isla Y Yocar**

- En la densidad o peso específico, cada material de la cantera Unocolla, Isla y Yocar si cumplen, ya que estn dentro del rango 2.4 a 2.9 gr/cm<sup>3</sup>, según la norma ASTM C 128, por lo que se consideran agregados de peso normal, y su peso específico se usa para el cálculo en el diseño de mezclas, y para conocer el volumen de los agregados en la mezcla de concreto.
- En absorción, solo la cantera Isla cumple, ya que est dentro del rango, mientras que las canteras Unocolla y Yocar no cumplen ya que sobrepasan los rangos que van de 0.2 a 2%, según la norma ASTM C 128,

lo que muestra, una noción de la cantidad de agua que es capaz de alojar el agregado en su interior, es decir que los poros de la superficie de las partículas absorberán de la mezcla, el agua suficiente para saturarse, y esta agua absorbida no estará incluida en el agua efectiva de mezclado.

- Peso unitario suelto y compactado de las canteras Isla, Unocolla y Yocará son características propias de cada material, las cuales deben mantenerse constantes, porque los valores dependen, del tamaño, distribución, la forma y la textura de cada partícula.
- Módulo de fineza de las canteras Isla, Unocolla y Yocará se clasifican en arena gruesa ya que se encuentran entre 2.5 a 3.5. Este dato en la práctica resulta útil, ya que se usa en el método de diseño de mezclas de concreto.
- La granulometría del agregado fino de la cantera Isla se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma, por lo tanto, cumple con las especificaciones. Mientras que las canteras Unocolla y Yocará ciertos porcentajes se salen del rango definido, pero si se recomiendan para utilizarlos como agregados, ya que la granulometría más conveniente para el agregado fino, depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y del tamaño máximo del agregado grueso lo que la define.

#### **Propiedades Físicas del Agregado Grueso de las Canteras Unocolla, Isla, Yocará y Piedra Azul.**

- Densidad o peso específico, todas las canteras Unocolla, Isla, Yocará y Piedra Azul cumplen con el rango de 2.4 a 2.9, considerándose agregados de peso normal, y su peso específico se usa para el cálculo en el diseño de mezclas, y conocer el volumen de los agregados en la mezcla.

- El agregado grueso tiene niveles de absorción de 0.2 a 4%, por lo tanto, cada agregado de las canteras cumple, ya que están dentro del rango establecido, lo que refleja que cada material pueda controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de cada mezcla.
- Peso unitario suelto y compactado de las canteras Unocolla, Isla, Yocara y Piedra Azul, son características propias de cada material, las cuales deben mantenerse constantes, lo cual depende, del tamaño, la granulometría, la forma y la textura de cada agregado.
- La granulometría de los agregados gruesos la cantera Yocara se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma. Mientras las canteras Isla, Unocolla y Piedra Azul ciertos porcentajes se salen del rango definido sin embargo si se recomiendan, por ende, el tamaño máximo del agregado a ser empleado, depende generalmente del tamaño y forma del elemento.

## **Objetivo 02**

- La propiedad mecánica de los agregados gruesos ensayo de abrasión Los Ángeles, de acuerdo a especificaciones de la Norma ASTM C-131, se obtuvo una resistencia al desgaste de 16.10% de la Cantera Isla, 17.50% de la Cantera Piedra Azul, 16.30% de la Cantera Unocolla y 17.50 % de la Cantera Yocará, mostrando que el material de cada cantera cumple con lo que establece la norma que no debe ser mayor al 40% del peso original, por lo tanto están dentro de lo exigido, y dando como resultado un material con buena dureza apto para la elaboración de concreto.

### **Objetivo 03**

- Las dosificaciones en peso para concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> realizado el método módulo de fineza de la combinación de agregados nos dan resultados distintos siendo de 1:2.03:2.75/0.48 para la Cantera Isla, 1:2.29:2.07/0.47 para la Cantera Piedra Azul, 1:2.02:2.71/0.42 para la Cantera Unocolla y 1:1.83:3.05/0.50 para la Cantera Yocará.

## CAPITULO VI

### RECOMENDACIONES

- Se debe tener cuidado en hacer los ensayos físicos de los agregados, ya que los resultados obtenidos influenciaran en la cantidad de materiales que integran la unidad cúbica de concreto, en especial el peso específico pues determina la resistencia, la absorción y aporte de agua a la mezcla.
- Analizando los resultados del análisis granulométrico, y teniendo en consideración que la cantera Unocolla, Isla y Yocará proviene del río Cabanillas, que va a cambiar su granulometría de acuerdo a la temporada del año en que se encuentre lluvias o sequías, pues se sugiere que cada vez que se requiera realizar un diseño de mezclas, se analice la granulometría, ya cambiará para la temporada de los meses de enero a junio.
- En el hipotético caso que se desee dar uso a los agregados en función del análisis que, en la presente investigación, se sugiere que se tenga en consideración que estos ensayos se han realizado en el mes de febrero a marzo temporada de lluvias continuas en la ciudad.
- Se recomienda realizar este tipo de ensayos destinados a la obtención de las propiedades mecánicas de las muestras en estudio, cada 3 a 5 años debido a que conforme continúa la explotación de estos en una determinada cantera; no todo el agregado grueso y fino van a tener siempre las mismas características, si similares, pero no iguales.
- Se recomienda que a pesar de que la resistencia a desgaste no intervenga al momento de calcular una dosificación para hormigón, este ensayo sea realizado ya que se podrá estimar la calidad del agregado grueso a ser empleado para dicho fin.

- Se recomienda que de preferencia antes de realizar los ensayos antes mencionados, en el agregado grueso, así como en el agregado fino, estos pasen por un proceso de limpieza por ejemplo lavado, debido a que las presencias de partículas extrañas en estos pueden alterar significativamente los resultados obtenidos.
- Se recomienda tener en cuenta el contenido de humedad antes de la elaboración del concreto, puesto que esta podría variar la relación agua – cemento por ende variar la resistencia del concreto.
- Es 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.
- Tomar en cuenta la granulometría de los agregados según la especificación ASTM C-33 al realizar la trituración de las rocas o su extracción de ríos.
- Según el ensayo de colorimetría, la cantera Unocolla presenta mayor cantidad de material orgánico, se recomienda el uso de dicha cantera para concretos de baja resistencia.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (1997). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos.
- Arequipa Maldonado, E., Coba Santa Maria, W., Garzon Chavez, D., & Vargas Quispe, L. (2012). Módulo Estático de Elasticidad del Hormigón en Base a su Resistencia a la Compresión Simple  $F'c=21\text{MPa}$  y  $30\text{MPa}$ . *Tesis de Pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Ecuador.
- Campos Mera, E. (2017). Determinación de las Propiedades Físico Mecánicas de los Agregados Extraídos de las Canteras “Josecito” y “Manuel Olano” y su Influencia en la Calidad de Concreto  $F'c= 250\text{Kg/cm}^2$ , en la Ciudad de Jaén. *Tesis de Pregrado*. Universidad Nacional de Cajamarca, Jaen-Cajamarca.
- Guzman Reyes, A. R., Zambrano Gomez, M. V., & Zabala de Gomez, M. (2014). *Análisis de Calidad Físico y Mecánico de los Agregados Pétreos para Concreto, de los Principales Bancos de Materiales de la Zona Oriental de El Salvador*. Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Harmsen, T., & Mayorca, P. (1997). *"Diseño de Estructuras de Concreto Armado"*. Lima-Perú: Edit. PUCP.
- Hernández Sampiere, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigacion*. Bogota: Mc Graw-Hill.
- Herrería Cisneros, S., & Villegas Dávila, F. (2008). Módulos de Elasticidad y Curvas de Esfuerzo Deformación, en Base a la Compresión del Hormigón a 21, 28, 35 Mpa. *tesis de Pregrado*. Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí - Ecuador.
- Martinez Patzan, R. E. (2009). Calidad de dos Bancos de Agregados para Concreto, en el Departamento de Chiquimula. *Tesis de pregrado*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

- Niño Hernández, J. R. (2010). *Coleccion del Concreto- Tecnologia del Concreto - Tomo 1*. Colombia: Asocreto.
- Ottazzi Pasino, G. (2004). Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado. *Tesis para Optar el Grado Académico de Magíster en Ingeniería Civil*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *"Temas de tecnología del concreto en el Perú" Segunda Edición*. Lima-Peru: Colegio de Ingenieros del Peru.
- PCA, P. C. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto* (Vol. Primera Edición). Mexico: PCA.
- Pinto, c. E. (2004). Caracterización de Bancos para Agregados de Concreto y Morteros, Ubicados en los Municipios de Tactic y San Cristóbal Verapaz, en el Departamento de Alta Verapaz. *Tesis de Pregrado*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Riva Lopez, E. (2000). *"Naturaleza y Materiales del Concreto"*. Lima-Perú.: ACI Capítulo Peruano.
- Rivva Lopez, E. (2014). *Diseño de Mezclas*. Lima - Peru: Editorial ICG.
- Sanchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogota-Colombia: Bhandar Editores.

## ANEXO A

### ANEXO A-1: Granulometría de Agregado Grueso Cantera Isla UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

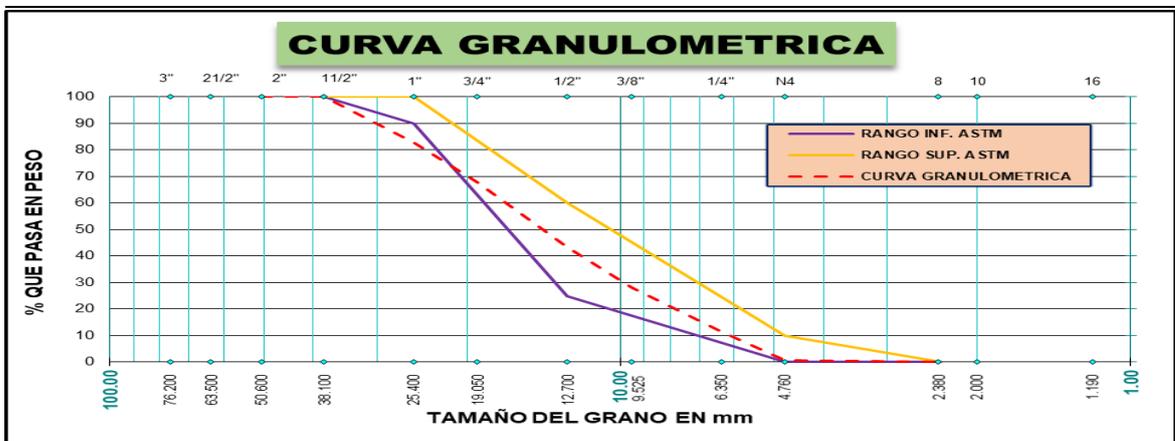
TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA

CANTERA : ISLA FECHA : FEBRERO 2018

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 136, NTP 400.012)

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION                          |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4"           | 101.600  |               |                 |                      |            |          | Peso inicial gr. 10000 gr.           |
| 3"           | 76.200   |               |                 |                      |            |          | peso final gr. 9980.0 gr.            |
| 2 1/2"       | 63.500   |               |                 |                      |            |          | perdida % 0.20 %                     |
| 2"           | 50.800   |               |                 |                      | 100.00     |          |                                      |
| 1 1/2"       | 38.100   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     | 100 100  | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |
| 1"           | 25.400   | 1730.0        | 17.33           | 17.33                | 82.67      | 95 100   | Módulo de fineza 7.03                |
| 3/4"         | 19.050   | 1470.0        | 14.73           | 32.06                | 67.94      |          | Peso Especifico 2.53 gr/cm3          |
| 1/2"         | 12.700   | 2450.0        | 24.55           | 56.61                | 43.39      | 25 60    | Peso Unt. Suelto 1523 tn/m3          |
| 3/8"         | 9.525    | 1525.0        | 15.28           | 71.89                | 28.11      |          | Peso Unt. Varillado 1681 tn/m3       |
| 1/4"         | 6.350    | 1675.0        | 16.78           | 88.68                | 11.32      |          | Humedad Natural 3.19 %               |
| N° 4         | 4.760    | 1060.0        | 10.62           | 99.30                | 0.70       | 0 10     | Absorción 2.10 %                     |
| N° 8         | 2.360    | 70.0          | 0.70            | 100.00               | 0.00       | 0 5      | <b>OBSERVACIONES:</b>                |
| N° 16        | 1.190    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 30        | 0.600    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 50        | 0.300    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 100       | 0.149    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 200       | 0.074    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| < N° 200     |          |               |                 |                      |            |          |                                      |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>9980.0</b> |                 | <b>100.00</b>        |            |          |                                      |

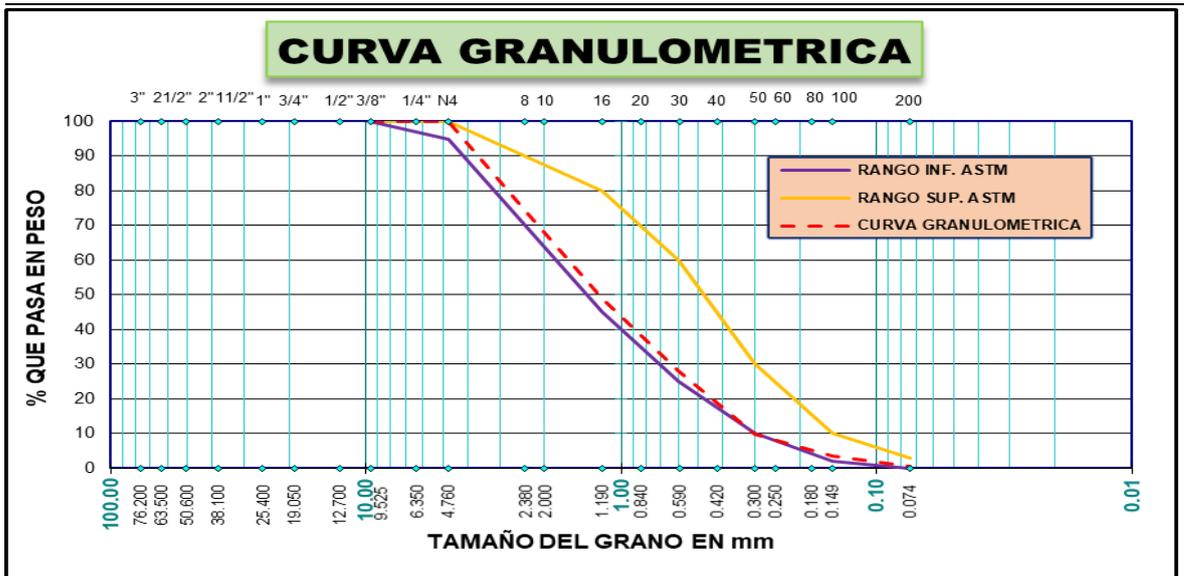


**ANEXO A-2: Granulometría de Agregado Fino Cantera Isla**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
 TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
 CANTERA : ISLA FECHA : FEBRERO 2018  
 MUESTRA : AGREGADO FINO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (ASTM C 136, NTP 400.012)**

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION                          |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4"           | 101.600  |               |                 |                      |            |          | Peso inicial gr. 1391.0 gr.          |
| 3"           | 76.200   |               |                 |                      |            |          | peso final gr. 1386.9 gr.            |
| 2 1/2"       | 63.500   |               |                 |                      |            |          | perdida % 0.29 %                     |
| 2"           | 50.800   |               |                 |                      |            |          | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |
| 1 1/2"       | 38.100   |               |                 |                      |            |          |                                      |
| 1"           | 25.400   |               |                 |                      |            |          | Módulo de fineza 3.36                |
| 3/4"         | 19.050   |               |                 |                      |            |          | Peso Especifico 2.45 gr/cm3          |
| 1/2"         | 12.700   |               |                 |                      |            |          | Peso Unt. Suelto 1615 tn/m3          |
| 3/8"         | 9.525    |               |                 |                      | 100.00     | 100 100  | Peso Unt. Varillado 1712 tn/m3       |
| 1/4"         | 6.350    | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | Humedad Natural 3.58 %               |
| N° 4         | 4.760    | 1.5           | 0.11            | 0.11                 | 99.89      | 95 100   | Absorción 2.00 %                     |
| N° 8         | 2.360    | 359.3         | 25.91           | 26.01                | 73.99      |          | <b>OBSERVACIONES:</b>                |
| N° 16        | 1.190    | 349.4         | 25.19           | 51.21                | 48.79      | 45 80    |                                      |
| N° 30        | 0.600    | 288.3         | 20.79           | 72.00                | 28.00      | 25 60    |                                      |
| N° 50        | 0.300    | 250.0         | 18.03           | 90.02                | 9.98       | 10 30    |                                      |
| N° 100       | 0.149    | 89.2          | 6.43            | 96.45                | 3.55       | 2 10     |                                      |
| N° 200       | 0.074    | 39.5          | 2.85            | 99.30                | 0.70       | 0 3      |                                      |
| < N° 200     |          | 9.7           | 0.70            | 100.00               | 0.00       |          |                                      |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>1386.9</b> | <b>100.00</b>   |                      |            |          |                                      |



**ANEXO A-3: Granulometría de Agregado Global Cantera Isla**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

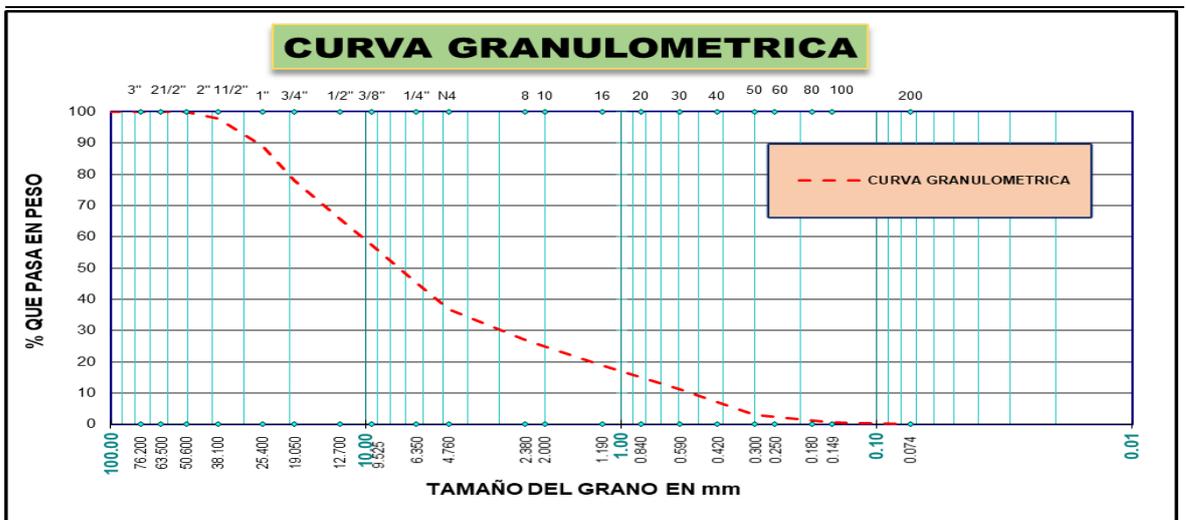
TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA

CANTERA : ISLA FECHA : FEBRERO 2018

MUESTRA : AGREGADO GLOBAL

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**(ASTM C 136, NTP 400.012)**

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF.                             | DESCRIPCION               |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 4"           | 101.600  | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |                                      | Peso inicial gr. 7205 gr. |
| 3"           | 76.200   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |                                      | % GRAVA 63.08 %           |
| 2 1/2"       | 63.500   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |                                      | % ARENA 36.78 %           |
| 2"           | 50.800   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |                                      | % FINO 0.14 %             |
| 1 1/2"       | 38.100   | 150.0         | 2.08            | 2.08                 | 97.92      | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |                           |
| 1"           | 25.400   | 640.0         | 8.88            | 10.96                | 89.04      |                                      |                           |
| 3/4"         | 19.050   | 790.0         | 10.96           | 21.93                | 78.07      |                                      |                           |
| 1/2"         | 12.700   | 895.0         | 12.42           | 34.35                | 65.65      |                                      |                           |
| 3/8"         | 9.525    | 585.0         | 8.12            | 42.47                | 57.53      |                                      |                           |
| 1/4"         | 6.350    | 875.0         | 12.14           | 54.61                | 45.39      |                                      |                           |
| N° 4         | 4.760    | 610.0         | 8.47            | 63.08                | 36.92      |                                      |                           |
| N° 8         | 2.360    | 725.0         | 10.06           | 73.14                | 26.86      |                                      | <b>OBSERVACIONES:</b>     |
| N° 16        | 1.190    | 585.0         | 8.12            | 81.26                | 18.74      |                                      |                           |
| N° 30        | 0.600    | 540.0         | 7.49            | 88.76                | 11.24      |                                      |                           |
| N° 50        | 0.300    | 595.0         | 8.26            | 97.02                | 2.98       |                                      |                           |
| N° 100       | 0.149    | 170.0         | 2.36            | 99.38                | 0.62       |                                      |                           |
| N° 200       | 0.074    | 35.0          | 0.49            | 99.86                | 0.14       |                                      |                           |
| < N° 200     |          | 10.0          | 0.14            | 100.00               | 0.00       |                                      |                           |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>7205.0</b> | <b>100.00</b>   |                      |            |                                      |                           |



**ANEXO A-4: Peso Específico y Absorción de Agregados Cantera Isla**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |  |
|----------|--|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |
| CANTERA  | : ISLA   |
| MUESTRA  | : AGREGADO GRUESO Y FINO   |
| FECHA    | : FEBRERO 2018   |

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION  
(ASTM D - 123)**

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO**

| <b>DATOS</b>      |  |                    |               |
|-------------------|--|--------------------|---------------|
| N°                | DESCRIPCION  | UND.               | CANTIDAD      |
| 1                 | PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA                                     | gr.                | 500.00        |
| 2                 | PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA  | gr.                | <b>707.10</b> |
| 3                 | PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA | gr.                | 1006.93       |
| 4                 | PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO + PESO DE LA TARA                           | gr.                | 602.35        |
| 5                 | PESO DE LA TARA  | gr.                | 112.16        |
| 6                 | PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO (4-5)                                       | gr.                | 490.19        |
| <b>RESULTADOS</b> |  |                    |               |
| 1                 | PESO ESPECIFICO APARENTE $(6/(2+1-3))$                                       | gr/cm <sup>3</sup> | 2.45          |
| 2                 | PORCENTAJE DE ABSORCION $((1-6)/6)$  | %                  | 2.00          |

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO**

| <b>DATOS</b>      |  |                    |                |
|-------------------|--|--------------------|----------------|
| N°                | DESCRIPCION  | UND.               | CANTIDAD       |
| 1                 | PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO   | gr.                | 587.69         |
| 2                 | PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA                          | gr.                | 600.01         |
| 3                 | PESO DE LA PROBETA AFORADO + PESO DEL AGUA                                 | gr.                | <b>1503.61</b> |
| 4                 | PESO DE LA PROBETA + PESO DEL AGUA + PESO DE LA MUESTRA SATUR. SUPER. SECA | gr.                | 1871.00        |
| 5                 | PESO DE LA TARA  | gr.                | 115.11         |
| 6                 | PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO + PESO DE LA TARA                       | gr.                | 702.80         |
| <b>RESULTADOS</b> |  |                    |                |
| 1                 | PESO ESPECIFICO APARENTE $(6/(2+1-3))$                                     | gr/cm <sup>3</sup> | 2.53           |
| 2                 | PORCENTAJE DE ABSORCION $((1-6)/6)$  | %                  | 2.10           |

## ANEXO A-5: Peso Unitario de Agregados Cantera Isla

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

|          |  |       |                |
|----------|--|-------|----------------|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |       |                |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |       |                |
| CANTERA  | : ISLA   | FECHA | : FEBRERO 2018 |
| MUESTRA  | : AGREGADO GRUESO Y FINO   |       |                |

#### PESO UNITARIO (ASTM C - 128)

##### PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO FINO

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | g     | 18855.00       | 18850.00 | 18775.00 |
| Peso del molde            | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | g     | 8845.00        | 8840.00  | 8765.00  |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.591          | 1.590    | 1.576    |
| Promedio                  | g/cm3 | 1.586          |          |          |

##### PESO UNITARIO VARILLADO - AGREGADO FINO

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | g     | 19455.00       | 19465.00 | 19580.00 |
| Peso del molde            | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | g     | 9535.00        | 9455.00  | 9570.00  |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.715          | 1.701    | 1.721    |
| Promedio                  | g/cm3 | 1.712          |          |          |

##### PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO GRUESO

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | g     | 18440.00       | 18520.00 | 18470.00 |
| Peso del molde            | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | g     | 8430.00        | 8510.00  | 8460.00  |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.516          | 1.531    | 1.522    |
| Promedio                  | g/cm3 | 1.523          |          |          |

##### PESO UNITARIO VARILLADO - AGREGADO GRUESO

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | g     | 19350.00       | 19355.00 | 19360.00 |
| Peso del molde            | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | g     | 9340.00        | 9345.00  | 9350.00  |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.680          | 1.681    | 1.682    |
| Promedio                  | g/cm3 | 1.681          |          |          |

**ANEXO A-6: Contenido de Humedad de los Agregados Cantera Isla**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
 TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
 CANTERA : ISLA FECHA : FEBRERO 2018  
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
 NORMA ASTM D2216**

**HUMEDAD AGREGADO FINO**

| DESCRIPCION                          | UNIDAD   | Numero de Ensayos |             |        |
|--------------------------------------|----------|-------------------|-------------|--------|
|                                      |          | B-1               | B-3         | B-4    |
| Peso de la Capsula                   | gr.      | 28.60             | 29.15       | 27.68  |
| Peso Capsula + Muestra Húmeda        | gr.      | 351.47            | 329.64      | 341.92 |
| Peso Capsula + Muestra Seca          | gr.      | 340.50            | 319.00      | 331.10 |
| Peso del Agua                        | gr.      | 10.97             | 10.64       | 10.82  |
| Peso de la Muestra Seca              | gr.      | 311.9             | 289.85      | 303.42 |
| Contenido de Humedad Parcial         | %        | 3.52              | 3.67        | 3.57   |
| <b>Contenido de Humedad Promedio</b> | <b>%</b> |                   | <b>3.58</b> |        |

**HUMEDAD AGREGADO GRUESO**

| DESCRIPCION                          | UNIDAD   | Numero de Ensayos |             |        |
|--------------------------------------|----------|-------------------|-------------|--------|
|                                      |          | V-1               | M-01        | M-05   |
| Peso de la Capsula                   | gr.      | 81.94             | 82.48       | 86.22  |
| Peso Capsula + Muestra Húmeda        | gr.      | 851.44            | 763.48      | 813.51 |
| Peso Capsula + Muestra Seca          | gr.      | 828.00            | 742.10      | 791.10 |
| Peso del Agua                        | gr.      | 23.44             | 21.38       | 22.41  |
| Peso de la Muestra Seca              | gr.      | 746.06            | 659.62      | 704.88 |
| Contenido de Humedad Parcial         | %        | 3.14              | 3.24        | 3.18   |
| <b>Contenido de Humedad Promedio</b> | <b>%</b> |                   | <b>3.19</b> |        |

## ANEXO A-7: Desgaste por Abrasión Cantera Isla

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
CANTERA : ISLA FECHA : ABRIL 2018  
MUESTRA : AGREGADO GRUESO

#### DESGASTE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NORMA ASTM C131 / ASTM C535

| N° DE MALLA            |          | CANTIDAD |        | MATERIAL<br>RETENIDO EN<br>EL TAMIZ N° 12 | % DE<br>DESGASTE<br>DE<br>ABRASION | METODO | CANTIDAD<br>DE ESFERAS |
|------------------------|----------|----------|--------|---|------------------------------------|--------|------------------------|
| PASANTE                | RETENIDO | PESO     | UNIDAD |   |                                    |        |                        |
| 1 1/2"                 | 1"       | 1250     | gr.    |   |                                    |        |                        |
| 1"                     | 3/4"     | 1252     | gr.    |   |                                    |        |                        |
| 3/4"                   | 1/2"     | 1251     | gr.    |   |                                    |        |                        |
| 1/2"                   | 3/8"     | 1250     | gr.    |   |                                    | A      | 12                     |
| TOTAL EN PESO          |          | 5003     | gr.    | 4198                                      | gr.                                | 805    | gr.                    |
| TOTAL EN<br>PORCENTAJE |          | 100      | %      |   |                                    | 16.1   | %                      |

**Observación:** tamaños menores (500 revoluciones)

**Recomendaciones:** La muestra posee un desgaste del 16.1% lo cual cumple con las exigencias de la norma ASTM C 131, es recomendable para la elaboración de concreto.

## ANEXO A-8: Granulometría de Agregado Grueso Cantera Unocolla

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

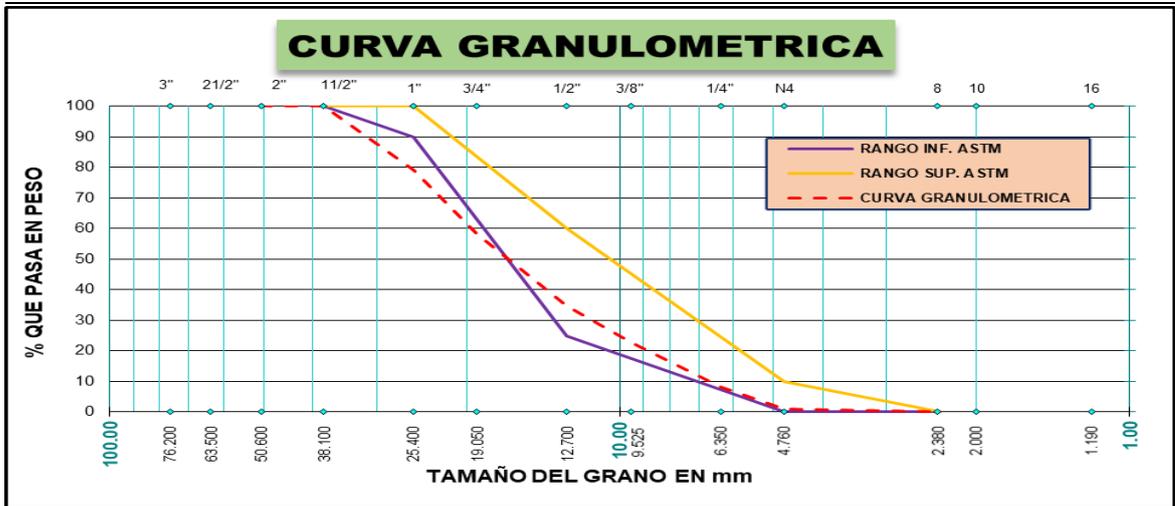
TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA

CANTERA : UNOCOLLA FECHA : FEBRERO 2018

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 136, NTP 400.012)

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION                          |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4"           | 101.600  |               |                 |                      |            |          | Peso inicial gr. 10000 gr.           |
| 3"           | 76.200   |               |                 |                      |            |          | peso final gr. 9995.0 gr.            |
| 2 1/2"       | 63.500   |               |                 |                      |            |          | perdida % 0.05 %                     |
| 2"           | 50.800   |               |                 |                      | 100.00     |          | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |
| 1 1/2"       | 38.100   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     | 100 100  |                                      |
| 1"           | 25.400   | 2080.0        | 20.81           | 20.81                | 79.19      | 90 100   | Módulo de fineza 7.18                |
| 3/4"         | 19.050   | 2075.0        | 20.76           | 41.57                | 58.43      |          | Peso Especifico 2.52 gr/cm3          |
| 1/2"         | 12.700   | 2365.0        | 23.66           | 65.23                | 34.77      | 25 60    | Peso Unt. Suelto 1507 tn/m3          |
| 3/8"         | 9.525    | 1185.0        | 11.86           | 77.09                | 22.91      |          | Peso Unt. Varillado 1652 tn/m3       |
| 1/4"         | 6.350    | 1475.0        | 14.76           | 91.85                | 8.15       |          | Humedad Natural 4.57 %               |
| N° 4         | 4.760    | 700.0         | 7.00            | 98.85                | 1.15       | 0 10     | Absorción 1.81 %                     |
| N° 8         | 2.360    | 115.0         | 1.15            | 100.00               | 0.00       | 0 0      | <b>OBSERVACIONES:</b>                |
| N° 16        | 1.190    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 30        | 0.600    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 50        | 0.300    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 100       | 0.149    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 200       | 0.074    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| < N° 200     |          |               |                 |                      |            |          |                                      |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>9995.0</b> | <b>100.00</b>   |                      |            |          |                                      |



**ANEXO A-9: Granulometría de Agregado Fino Cantera Unocolla**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

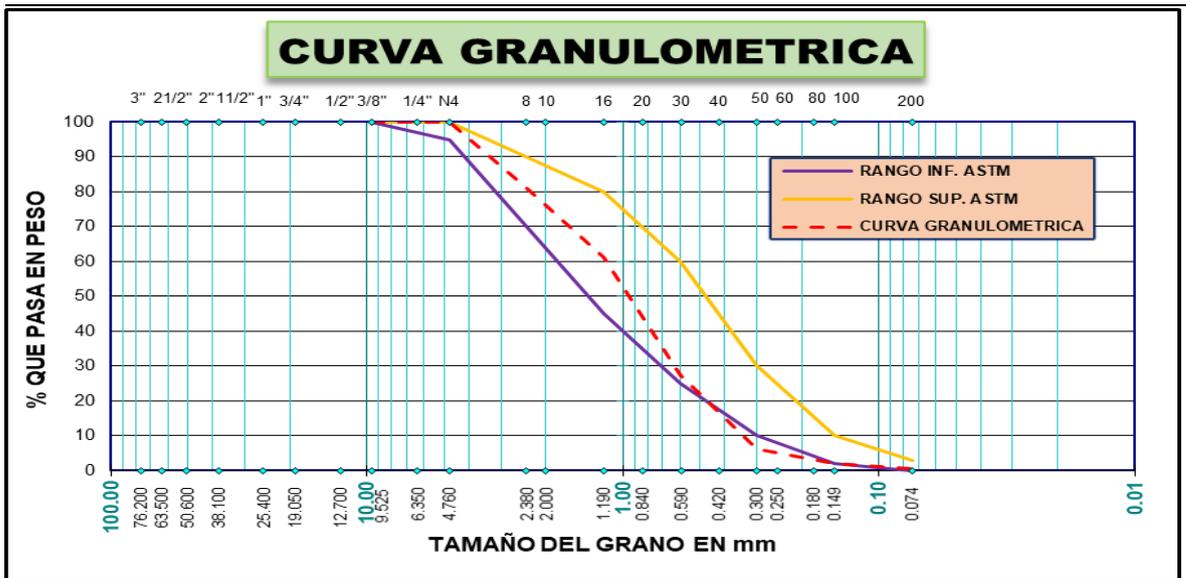
TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA

CANTERA : UNOCOLLA FECHA : FEBRERO 2018

MUESTRA : AGREGADO FINO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM C 136, NTP 400.012)**

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION                          |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4"           | 101.600  |               |                 |                      |            |          | Peso inicial gr. 1500.0 gr.          |
| 3"           | 76.200   |               |                 |                      |            |          | peso final gr. 1498.8 gr.            |
| 2 1/2"       | 63.500   |               |                 |                      |            |          | perdida % 0.08 %                     |
| 2"           | 50.800   |               |                 |                      |            |          | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |
| 1 1/2"       | 38.100   |               |                 |                      |            |          |                                      |
| 1"           | 25.400   |               |                 |                      |            |          | Módulo de fineza 3.22                |
| 3/4"         | 19.050   |               |                 |                      |            |          | Peso Especifico 2.43 gr/cm3          |
| 1/2"         | 12.700   |               |                 |                      |            |          | Peso Unt. Suelto 1539 tn/m3          |
| 3/8"         | 9.525    |               |                 |                      | 100.00     | 100 100  | Peso Unt. Varillado 1691 tn/m3       |
| 1/4"         | 6.350    | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | Humedad Natural 5.06 %               |
| N° 4         | 4.760    | 0.1           | 0.01            | 0.01                 | 99.99      | 95 100   | Absorción 3.23 %                     |
| N° 8         | 2.360    | 286.4         | 19.09           | 19.10                | 80.90      |          | <b>OBSERVACIONES:</b>                |
| N° 16        | 1.190    | 296.4         | 19.76           | 38.86                | 61.14      | 45 80    |                                      |
| N° 30        | 0.600    | 503.1         | 33.54           | 72.40                | 27.60      | 25 60    |                                      |
| N° 50        | 0.300    | 321.1         | 21.41           | 93.81                | 6.19       | 10 30    |                                      |
| N° 100       | 0.149    | 62.6          | 4.17            | 97.98                | 2.02       | 2 10     |                                      |
| N° 200       | 0.074    | 20.8          | 1.39            | 99.37                | 0.63       | 0 3      |                                      |
| < N° 200     |          | 8.3           | 0.55            | 99.92                | 0.08       |          |                                      |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>1498.8</b> | <b>99.92</b>    |                      |            |          |                                      |



**ANEXO A-10: Granulometría De Agregados Cantera Unocola**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

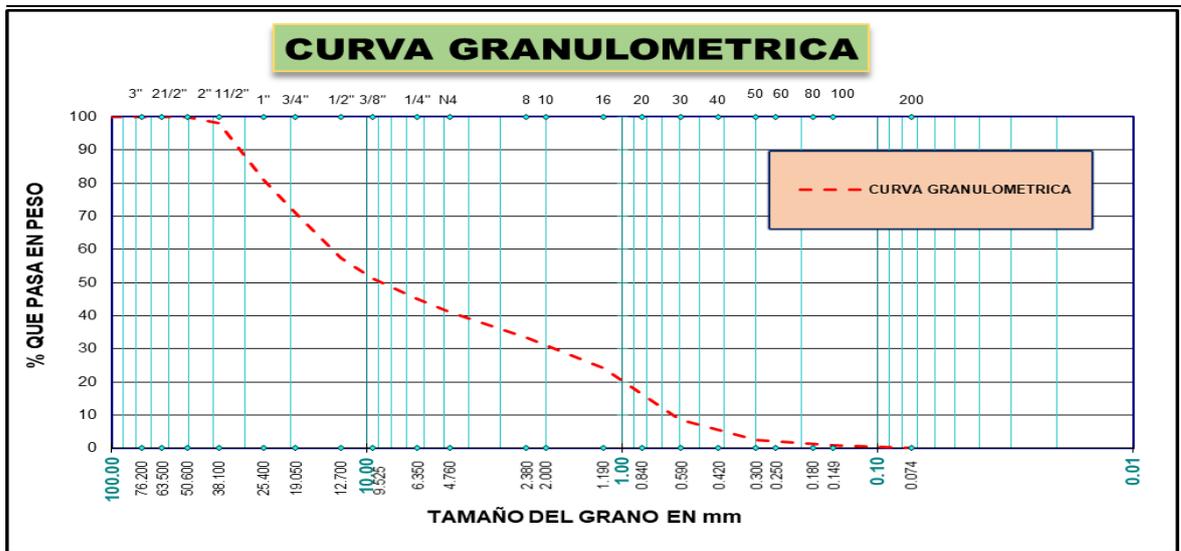
TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA

CANTERA : UNOCOLLA FECHA : FEBRERO 2018

MUESTRA : AGREGADO GLOBAL

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM C 136, NTP 400.012)**

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION                          |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4"           | 101.600  | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | Peso inicial gr. 6750 gr.            |
| 3"           | 76.200   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | % GRAVA 58.96 %                      |
| 2 1/2"       | 63.500   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | % ARENA 40.89 %                      |
| 2"           | 50.800   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | % FINO 0.15 %                        |
| 1 1/2"       | 38.100   | 130.0         | 1.93            | 1.93                 | 98.07      |          | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |
| 1"           | 25.400   | 1160.0        | 17.19           | 19.11                | 80.89      |          |                                      |
| 3/4"         | 19.050   | 665.0         | 9.85            | 28.96                | 71.04      |          |                                      |
| 1/2"         | 12.700   | 925.0         | 13.70           | 42.67                | 57.33      |          |                                      |
| 3/8"         | 9.525    | 415.0         | 6.15            | 48.81                | 51.19      |          |                                      |
| 1/4"         | 6.350    | 410.0         | 6.07            | 54.89                | 45.11      |          |                                      |
| N° 4         | 4.760    | 275.0         | 4.07            | 58.96                | 41.04      |          |                                      |
| N° 8         | 2.360    | 515.0         | 7.63            | 66.59                | 33.41      |          | <b>OBSERVACIONES:</b>                |
| N° 16        | 1.190    | 615.0         | 9.11            | 75.70                | 24.30      |          |                                      |
| N° 30        | 0.600    | 1055.0        | 15.63           | 91.33                | 8.67       |          |                                      |
| N° 50        | 0.300    | 415.0         | 6.15            | 97.48                | 2.52       |          |                                      |
| N° 100       | 0.149    | 110.0         | 1.63            | 99.11                | 0.89       |          |                                      |
| N° 200       | 0.074    | 50.0          | 0.74            | 99.85                | 0.15       |          |                                      |
| < N° 200     |          | 10.0          | 0.15            | 100.00               | 0.00       |          |                                      |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>6750.0</b> | <b>100.00</b>   |                      |            |          |                                      |



**ANEXO A-11: Peso Específico y Absorción de Agregados Cantera Unocolla**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |  |       |                |
|----------|--|-------|----------------|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |       |                |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |       |                |
| CANTERA  | : UNOCOLLA   | FECHA | : FEBRERO 2018 |
| MUESTRA  | : AGREGADO GRUESO Y FINO   |       |                |

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION  
(ASTM D - 123)**

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO**

| DATOS      |  |                    |               |
|------------|--|--------------------|---------------|
| N°         | DESCRIPCION  | UND.               | CANTIDAD      |
| 1          | PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA                                     | gr.                | 500.15        |
| 2          | PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA  | gr.                | <b>707.10</b> |
| 3          | PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA | gr.                | 1008.08       |
| 4          | PESO DEL LA ARENA SECADA AL HORNO + PESO DE LA TARA                          | gr.                | 599.25        |
| 5          | PESO DE LA TARA  | gr.                | 114.76        |
| 6          | PESO DEL LA ARENA SECADA AL HORNO (4-5)                                      | gr.                | 484.49        |
| RESULTADOS |  |                    |               |
| 1          | PESO ESPECIFICO APARENTE $(6/(2+1-3))$                                       | gr/cm <sup>3</sup> | 2.43          |
| 2          | PORCENTAJE DE ABSORCION $((1-6)/6)$  | %                  | 3.23          |

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO**

| DATOS      |  |                    |                |
|------------|--|--------------------|----------------|
| N°         | DESCRIPCION  | UND.               | CANTIDAD       |
| 1          | PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO   | gr.                | 590.26         |
| 2          | PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA                          | gr.                | 600.93         |
| 3          | PESO DE LA PROBETA AFORADO + PESO DEL AGUA                                 | gr.                | <b>1503.61</b> |
| 4          | PESO DE LA PROBETA + PESO DEL AGUA + PESO DE LA MUESTRA SATUR. SUPER. SECA | gr.                | 1870.60        |
| 5          | PESO DE LA TARA  | gr.                | 109.76         |
| 6          | PESO DEL LA MUESTRA SECADA AL HORNO + PESO DE LA TARA                      | gr.                | 700.02         |
| RESULTADOS |  |                    |                |
| 1          | PESO ESPECIFICO APARENTE $(6/(2+1-3))$                                     | gr/cm <sup>3</sup> | 2.52           |
| 2          | PORCENTAJE DE ABSORCION $((1-6)/6)$  | %                  | 1.81           |

**ANEXO A-12: Peso Unitario de Agregados Cantera Unocolla**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
 TESISISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
 CANTERA : UNOCOLLA FECHA : FEBRERO 2018  
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO

**PESO UNITARIO  
(ASTM C - 128)**

| <b>PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO FINO</b> |       |                |          |          |
|---|-------|----------------|----------|----------|
| DESCRIPCION                                 | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|   |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde                   | g     | 18550.00       | 18590.00 | 18560.00 |
| Peso del molde                              | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material                           | g     | 8540.00        | 8580.00  | 8550.00  |
| Volumen del molde                           | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario                               | g/cm3 | 1.536          | 1.543    | 1.538    |
| Promedio                                    | g/cm3 |                | 1.539    |          |

| <b>PESO UNITARIO VARILLADO - AGREGADO FINO</b> |       |                |          |          |
|--|-------|----------------|----------|----------|
| DESCRIPCION                                    | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|  |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde                      | g     | 19410.00       | 19420.00 | 19400.00 |
| Peso del molde                                 | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material                              | g     | 9400.00        | 9410.00  | 9390.00  |
| Volumen del molde                              | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario                                  | g/cm3 | 1.691          | 1.692    | 1.689    |
| Promedio                                       | g/cm3 |                | 1.691    |          |

| <b>PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO GRUESO</b> |       |                |          |          |
|---|-------|----------------|----------|----------|
| DESCRIPCION                                   | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|   |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde                     | g     | 18385.00       | 18315.00 | 18465.00 |
| Peso del molde                                | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material                             | g     | 8375.00        | 8305.00  | 8455.00  |
| Volumen del molde                             | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario                                 | g/cm3 | 1.506          | 1.494    | 1.521    |
| Promedio                                      | g/cm3 |                | 1.507    |          |

| <b>PESO UNITARIO VARILLADO - AGREGADO GRUESO</b> |       |                |          |          |
|--|-------|----------------|----------|----------|
| DESCRIPCION                                      | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|  |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde                        | g     | 19160.00       | 19220.00 | 19210.00 |
| Peso del molde                                   | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material                                | g     | 9150.00        | 9210.00  | 9200.00  |
| Volumen del molde                                | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario                                    | g/cm3 | 1.646          | 1.657    | 1.655    |
| Promedio   | g/cm3 |                | 1.652    |          |

**ANEXO A-13: Contenido de Humedad de los Agregados Cantera Unocolla**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
 TESISISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
 CANTERA : UNOCOLLA FECHA : FEBRERO 2018  
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
 NORMA ASTM D2216**

**HUMEDAD AGREGADO FINO**

| DESCRIPCION                          | UNIDAD   | Numero de Ensayos |             |        |
|--------------------------------------|----------|-------------------|-------------|--------|
|                                      |          | A-7               | A-8         | A-9    |
| Peso de la Capsula                   | gr.      | 30.10             | 27.75       | 31.76  |
| Peso Capsula + Muestra Húmeda        | gr.      | 343.12            | 338.11      | 321.25 |
| Peso Capsula + Muestra Seca          | gr.      | 328.35            | 322.90      | 307.26 |
| Peso del Agua                        | gr.      | 14.77             | 15.21       | 13.99  |
| Peso de la Muestra Seca              | gr.      | 298.25            | 295.15      | 275.5  |
| Contenido de Humedad Parcial         | %        | 4.95              | 5.15        | 5.08   |
| <b>Contenido de Humedad Promedio</b> | <b>%</b> |                   | <b>5.06</b> |        |

**HUMEDAD AGREGADO GRUESO**

| DESCRIPCION                          | UNIDAD   | Numero de Ensayos |             |        |
|--------------------------------------|----------|-------------------|-------------|--------|
|                                      |          | ML                | RM-1        | X-1    |
| Peso de la Capsula                   | gr.      | 81.44             | 91.14       | 83.44  |
| Peso Capsula + Muestra Húmeda        | gr.      | 769.90            | 802.12      | 707.32 |
| Peso Capsula + Muestra Seca          | gr.      | 739.70            | 770.60      | 680.60 |
| Peso del Agua                        | gr.      | 30.20             | 31.52       | 26.72  |
| Peso de la Muestra Seca              | gr.      | 658.26            | 679.46      | 597.16 |
| Contenido de Humedad Parcial         | %        | 4.59              | 4.64        | 4.47   |
| <b>Contenido de Humedad Promedio</b> | <b>%</b> |                   | <b>4.57</b> |        |

## ANEXO A-14: Desgaste por Abrasión Cantera Unocolla

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
CANTERA : UNOCOLLA FECHA : ABRIL 2018  
MUESTRA : AGREGADO GRUESO

#### DESGASTE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NORMA ASTM C131 / ASTM C535

| N° DE MALLA         |          | CANTIDAD |        | MATERIAL<br>RETENIDO EN<br>EL TAMIZ N° 12 | % DE<br>DESGASTE<br>DE<br>ABRASION | METODO | CANTIDAD<br>DE ESFERAS |
|---------------------|----------|----------|--------|---|------------------------------------|--------|------------------------|
| PASANTE             | RETENIDO | PESO     | UNIDAD |   |                                    |        |                        |
| 1 1/2"              | 1"       | 1251     | gr.    |   |                                    |        |                        |
| 1"                  | 3/4"     | 1251     | gr.    |   |                                    |        |                        |
| 3/4"                | 1/2"     | 1250     | gr.    |   |                                    |        |                        |
| 1/2"                | 3/8"     | 1250     | gr.    |   |                                    | A      | 12                     |
| TOTAL EN PESO       |          | 5002     | gr.    | 4185                                      | gr.                                | 817    | gr.                    |
| TOTAL EN PORCENTAJE |          | 100      | %      |   |                                    | 16.3   | %                      |

**Observación:** tamaños menores (500 revoluciones)

**Recomendaciones:** La muestra posee un desgaste del 16.3% lo cual cumple con las exigencias de la norma ASTM C 131, es recomendable para la elaboración de concreto.

## ANEXO A-15: Granulometría de Agregado Grueso Cantera Yocara

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

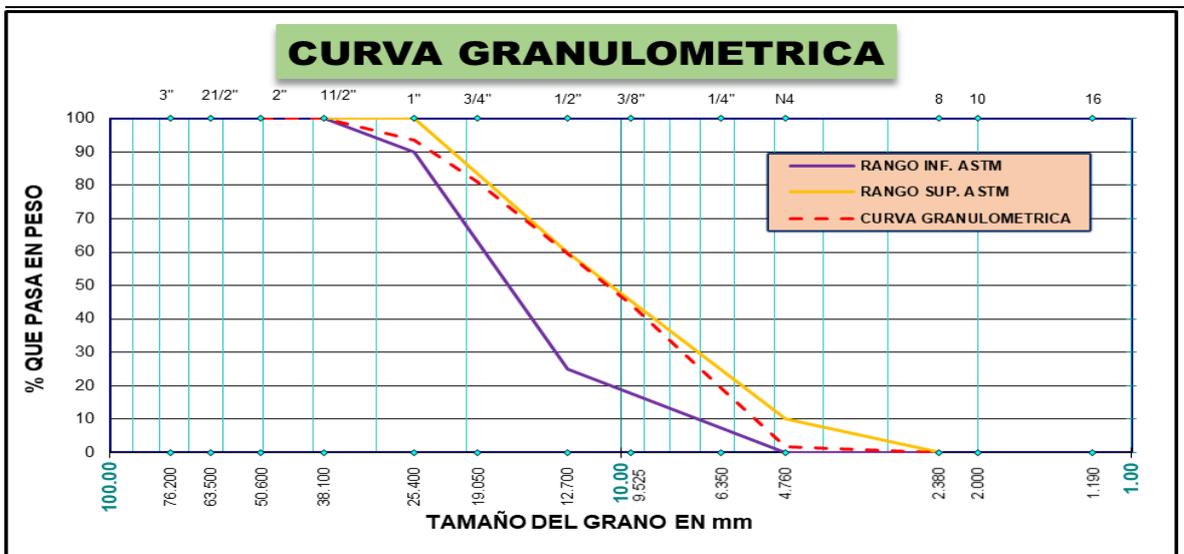
TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA

CANTERA : YOCARA FECHA : FEBRERO 2018

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 136, NTP 400.012)

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION                          |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4"           | 101.600  |               |                 |                      |            |          | Peso inicial gr. 10000 gr.           |
| 3"           | 76.200   |               |                 |                      |            |          | peso final gr. 9995.0 gr.            |
| 2 1/2"       | 63.500   |               |                 |                      |            |          | perdida % 0.05 %                     |
| 2"           | 50.800   |               |                 |                      | 100.00     |          | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |
| 1 1/2"       | 38.100   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     | 100 100  |                                      |
| 1"           | 25.400   | 640.0         | 6.40            | 6.40                 | 93.60      | 90 100   | Módulo de fineza 6.73                |
| 3/4"         | 19.050   | 1250.0        | 12.51           | 18.91                | 81.09      |          | Peso Especifico 2.57 gr/cm3          |
| 1/2"         | 12.700   | 2160.0        | 21.61           | 40.52                | 59.48      | 25 60    | Peso Unt. Suelto 1552 tn/m3          |
| 3/8"         | 9.525    | 1515.0        | 15.16           | 55.68                | 44.32      |          | Peso Unt. Varillado 1727 tn/m3       |
| 1/4"         | 6.350    | 2495.0        | 24.96           | 80.64                | 19.36      |          | Humedad Natural 2.54 %               |
| N° 4         | 4.760    | 1780.0        | 17.81           | 98.45                | 1.55       | 0 10     | Absorción 2.92 %                     |
| N° 8         | 2.360    | 155.0         | 1.55            | 100.00               | 0.00       | 0 0      | <b>OBSERVACIONES:</b>                |
| N° 16        | 1.190    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 30        | 0.600    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 50        | 0.300    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 100       | 0.149    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 200       | 0.074    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| < N° 200     |          |               |                 |                      |            |          |                                      |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>9995.0</b> | <b>100.00</b>   |                      |            |          |                                      |

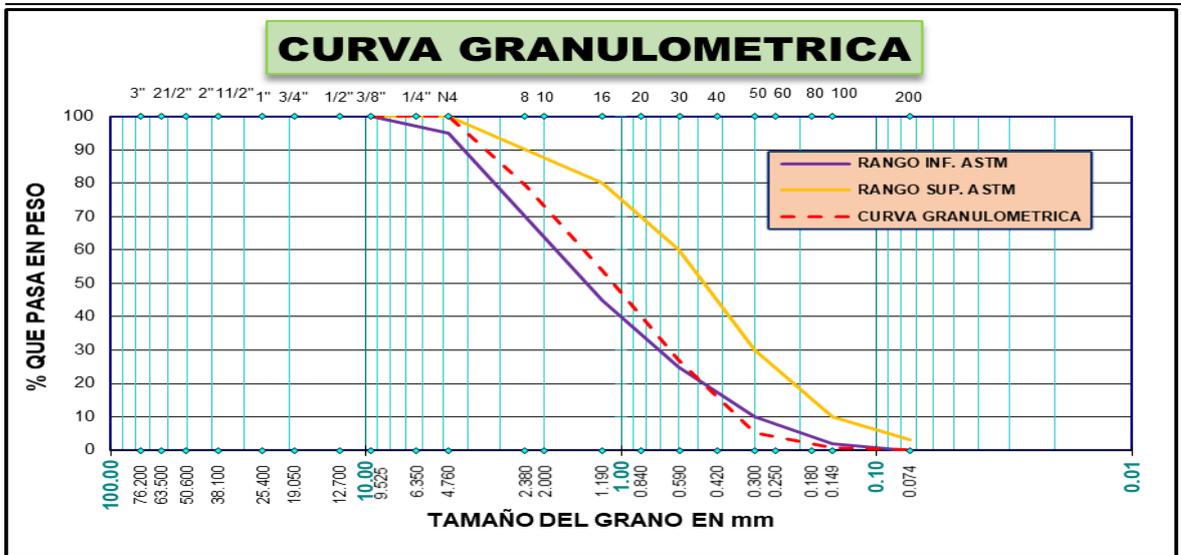


**ANEXO A-16: Granulometría de Agregado Fino Cantera Yocara**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
 TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
 CANTERA : YOCARA FECHA : FEBRERO 2018  
 MUESTRA : AGREGADO FINO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (ASTM C 136, NTP 400.012)**

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF.                    | DESCRIPCION                          |                                |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 4"           | 101.600  |               |                 |                      |            |                             | Peso inicial gr. 1500.0 gr.          |                                |
| 3"           | 76.200   |               |                 |                      |            |                             | peso final gr. 1499.8 gr.            |                                |
| 2 1/2"       | 63.500   |               |                 |                      |            |                             | perdida % 0.01 %                     |                                |
| 2"           | 50.800   |               |                 |                      |            |                             | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |                                |
| 1 1/2"       | 38.100   |               |                 |                      |            |                             |                                      |                                |
| 1"           | 25.400   |               |                 |                      |            | Módulo de fineza 3.34       |                                      |                                |
| 3/4"         | 19.050   |               |                 |                      |            | Peso Especifico 2.46 gr/cm3 |                                      |                                |
| 1/2"         | 12.700   |               |                 |                      |            | Peso Unt. Suelto 1665 tn/m3 |                                      |                                |
| 3/8"         | 9.525    |               |                 |                      | 100.00     | 100 100                     |                                      | Peso Unt. Varillado 1802 tn/m3 |
| 1/4"         | 6.350    | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |                             |                                      | Humedad Natural 5.33 %         |
| N° 4         | 4.760    | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     | 95 100                      |                                      | Absorción 2.53 %               |
| N° 8         | 2.360    | 312.1         | 20.81           | 20.81                | 79.19      |                             |                                      | <b>OBSERVACIONES:</b>          |
| N° 16        | 1.190    | 379.7         | 25.31           | 46.12                | 53.88      | 45 80                       |                                      |                                |
| N° 30        | 0.600    | 402.3         | 26.82           | 72.94                | 27.06      | 25 60                       |                                      |                                |
| N° 50        | 0.300    | 327.4         | 21.83           | 94.77                | 5.23       | 10 30                       |                                      |                                |
| N° 100       | 0.149    | 67.7          | 4.51            | 99.28                | 0.72       | 2 10                        |                                      |                                |
| N° 200       | 0.074    | 9.4           | 0.63            | 99.91                | 0.09       | 0 3                         |                                      |                                |
| < N° 200     |          | 1.2           | 0.08            | 99.99                | 0.01       |                             |                                      |                                |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>1499.8</b> | <b>99.99</b>    |                      |            |                             |                                      |                                |



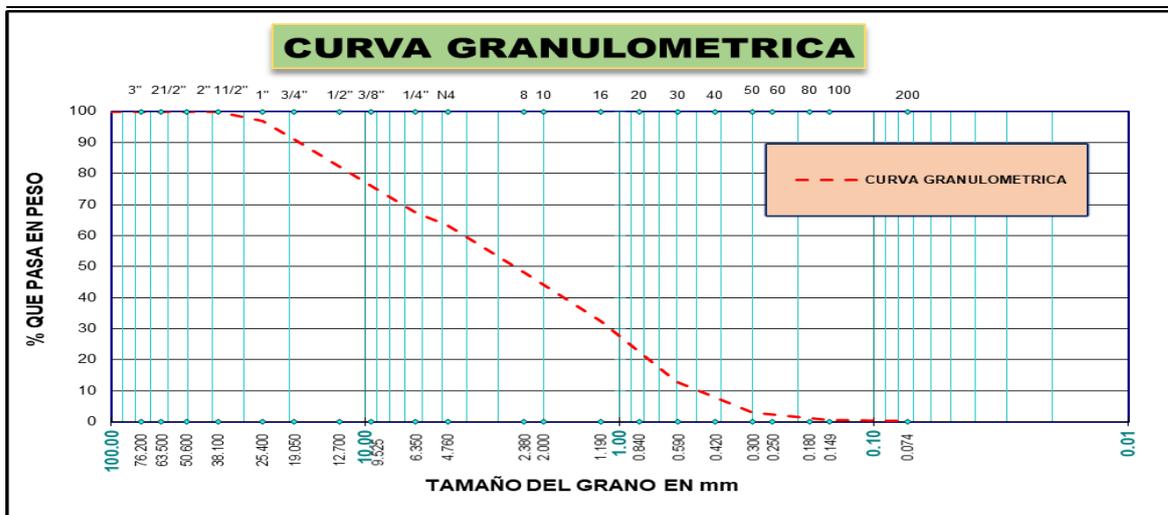
# ANEXO A-17: Granulometría de Agregado Global Cantera Yocara

## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

|          |   |  |                      |
|----------|---|--|----------------------|
| PROYECTO | : | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |                      |
| TESISTAS | : | PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |                      |
| CANTERA  | : | YOCARA   | FECHA : FEBRERO 2018 |
| MUESTRA  | : | AGREGADO GLOBAL  |                      |

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 136, NTP 400.012)

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION                          |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4"           | 101.600  | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | Peso inicial gr. 5720 gr.            |
| 3"           | 76.200   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | % GRAVA 36.89 %                      |
| 2 1/2"       | 63.500   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | % ARENA 62.94 %                      |
| 2"           | 50.800   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | % FINO 0.17 %                        |
| 1 1/2"       | 38.100   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |
| 1"           | 25.400   | 180.0         | 3.15            | 3.15                 | 96.85      |          |                                      |
| 3/4"         | 19.050   | 335.0         | 5.86            | 9.00                 | 91.00      |          |                                      |
| 1/2"         | 12.700   | 500.0         | 8.74            | 17.74                | 82.26      |          |                                      |
| 3/8"         | 9.525    | 360.0         | 6.29            | 24.04                | 75.96      |          |                                      |
| 1/4"         | 6.350    | 490.0         | 8.57            | 32.60                | 67.40      |          |                                      |
| N° 4         | 4.760    | 245.0         | 4.28            | 36.89                | 63.11      |          |                                      |
| N° 8         | 2.360    | 870.0         | 15.21           | 52.10                | 47.90      |          | <b>OBSERVACIONES:</b>                |
| N° 16        | 1.190    | 890.0         | 15.56           | 67.66                | 32.34      |          |                                      |
| N° 30        | 0.600    | 1110.0        | 19.41           | 87.06                | 12.94      |          |                                      |
| N° 50        | 0.300    | 570.0         | 9.97            | 97.03                | 2.97       |          |                                      |
| N° 100       | 0.149    | 135.0         | 2.36            | 99.39                | 0.61       |          |                                      |
| N° 200       | 0.074    | 25.0          | 0.44            | 99.83                | 0.17       |          |                                      |
| < N° 200     |          | 10.0          | 0.17            | 100.00               | 0.00       |          |                                      |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>5720.0</b> | <b>100.00</b>   |                      |            |          |                                      |



## ANEXO A-18: Peso Específico y Absorción de Agregados Cantera Yocara

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

|          |  |       |                |
|----------|--|-------|----------------|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |       |                |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |       |                |
| CANTERA  | : YOCARA   | FECHA | : FEBRERO 2018 |
| MUESTRA  | : AGREGADO GRUESO Y FINO   |       |                |

#### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION (ASTM D - 123)

#### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO

| DATOS      |  |                    |               |
|------------|--|--------------------|---------------|
| N°         | DESCRIPCION  | UND.               | CANTIDAD      |
| 1          | PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA                                     | gr.                | 500.02        |
| 2          | PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA  | gr.                | <b>707.10</b> |
| 3          | PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA | gr.                | 1008.76       |
| 4          | PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO + PESO DE LA TARA                           | gr.                | 591.76        |
| 5          | PESO DE LA TARA  | gr.                | 104.06        |
| 6          | PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO (4-5)                                       | gr.                | 487.70        |
| RESULTADOS |  |                    |               |
| 1          | PESO ESPECIFICO APARENTE $(6/(2+1-3))$                                       | gr/cm <sup>3</sup> | 2.46          |
| 2          | PORCENTAJE DE ABSORCION $((1-6)/6)$  | %                  | 2.53          |

#### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO

| DATOS      |  |                    |                |
|------------|--|--------------------|----------------|
| N°         | DESCRIPCION  | UND.               | CANTIDAD       |
| 1          | PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO   | gr.                | 583.25         |
| 2          | PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA                          | gr.                | 600.28         |
| 3          | PESO DE LA PROBETA AFORADO + PESO DEL AGUA                                 | gr.                | <b>1503.61</b> |
| 4          | PESO DE LA PROBETA + PESO DEL AGUA + PESO DE LA MUESTRA SATUR. SUPER. SECA | gr.                | 1877.16        |
| 5          | PESO DE LA TARA  | gr.                | 171.97         |
| 6          | PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO + PESO DE LA TARA                       | gr.                | 700.02         |
| RESULTADOS |  |                    |                |
| 1          | PESO ESPECIFICO APARENTE $(6/(2+1-3))$                                     | gr/cm <sup>3</sup> | 2.57           |
| 2          | PORCENTAJE DE ABSORCION $((1-6)/6)$  | %                  | 2.92           |

**ANEXO A-19: Peso Unitario de Agregados Cantera Yocará**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
 TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
 CANTERA : YOCARA FECHA : FEBRERO 2018  
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO

**PESO UNITARIO  
(ASTM C - 128)**

**PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO FINO**

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | g     | 19275.00       | 19305.00 | 19225.00 |
| Peso del molde            | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | g     | 9265.00        | 9295.00  | 9215.00  |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.666          | 1.672    | 1.657    |
| Promedio                  | g/cm3 | 1.665          |          |          |

**PESO UNITARIO VARILLADO - AGREGADO FINO**

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | g     | 20040.00       | 20015.00 | 20025.00 |
| Peso del molde            | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | g     | 10030.00       | 10005.00 | 10015.00 |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.804          | 1.800    | 1.801    |
| Promedio                  | g/cm3 | 1.802          |          |          |

**PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO GRUESO**

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | g     | 18660.00       | 18595.00 | 18655.00 |
| Peso del molde            | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | g     | 8650.00        | 8585.00  | 8645.00  |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.556          | 1.544    | 1.555    |
| Promedio                  | g/cm3 | 1.552          |          |          |

**PESO UNITARIO VARILLADO - AGREGADO GRUESO**

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | g     | 19615.00       | 19585.00 | 19630.00 |
| Peso del molde            | g     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | g     | 9605.00        | 9575.00  | 9620.00  |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.728          | 1.722    | 1.730    |
| Promedio                  | g/cm3 | 1.727          |          |          |

## ANEXO A-20: Contenido de Humedad de los Agregados Cantera Yocará

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

|          |  |       |                |
|----------|--|-------|----------------|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |       |                |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |       |                |
| CANTERA  | : YOCARA   | FECHA | : FEBRERO 2018 |
| MUESTRA  | : AGREGADO GRUESO Y FINO   |       |                |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA ASTM D2216

#### HUMEDAD AGREGADO FINO

| DESCRIPCION                          | UNIDAD   | Numero de Ensayos |             |        |
|--------------------------------------|----------|-------------------|-------------|--------|
|                                      |          | A-13              | A-15        | B-12   |
| Peso de la Capsula                   | gr.      | 30.87             | 32.3        | 33.54  |
| Peso Capsula + Muestra Húmeda        | gr.      | 249.34            | 248.05      | 288.05 |
| Peso Capsula + Muestra Seca          | gr.      | 238.20            | 237.20      | 275.20 |
| Peso del Agua                        | gr.      | 11.14             | 10.85       | 12.85  |
| Peso de la Muestra Seca              | gr.      | 207.33            | 204.9       | 241.66 |
| Contenido de Humedad Parcial         | %        | 5.37              | 5.30        | 5.32   |
| <b>Contenido de Humedad Promedio</b> | <b>%</b> |                   | <b>5.33</b> |        |

#### HUMEDAD AGREGADO GRUESO

| DESCRIPCION                          | UNIDAD   | Numero de Ensayos |             |        |
|--------------------------------------|----------|-------------------|-------------|--------|
|                                      |          | B-7               | B-8         | B-9    |
| Peso de la Capsula                   | gr.      | 32.15             | 29.71       | 29.13  |
| Peso Capsula + Muestra Húmeda        | gr.      | 545.42            | 572.58      | 541.3  |
| Peso Capsula + Muestra Seca          | gr.      | 532.60            | 558.9       | 529.00 |
| Peso del Agua                        | gr.      | 12.82             | 13.68       | 12.3   |
| Peso de la Muestra Seca              | gr.      | 500.45            | 529.19      | 499.87 |
| Contenido de Humedad Parcial         | %        | 2.56              | 2.59        | 2.46   |
| <b>Contenido de Humedad Promedio</b> | <b>%</b> |                   | <b>2.54</b> |        |

## ANEXO A-21: Desgaste por Abrasión Cantera Yocará

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
CANTERA : YOCARA FECHA : ABRIL 2018  
MUESTRA : AGREGADO GRUESO

#### DESGASTE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NORMA ASTM C131 / ASTM C535

| N° DE MALLA            |          | CANTIDAD |        | MATERIAL<br>RETENIDO EN<br>EL TAMIZ N° 12 | % DE<br>DESGASTE<br>DE<br>ABRASION | METODO | CANTIDAD<br>DE<br>ESFERAS |
|------------------------|----------|----------|--------|---|------------------------------------|--------|---------------------------|
| PASANTE                | RETENIDO | PESO     | UNIDAD |   |                                    |        |                           |
| 1 1/2"                 | 1"       | 1250     | gr.    |   |                                    |        |                           |
| 1"                     | 3/4"     | 1252     | gr.    |   |                                    |        |                           |
| 3/4"                   | 1/2"     | 1250     | gr.    |   |                                    |        |                           |
| 1/2"                   | 3/8"     | 1251     | gr.    |   |                                    | A      | 12                        |
| TOTAL EN PESO          |          | 5003     | gr.    | 4125                                      | gr.                                | 878    | gr.                       |
| TOTAL EN<br>PORCENTAJE |          | 100      | %      |   |                                    | 17.5   | %                         |

**Observación:** tamaños menores (500 revoluciones)

**Recomendaciones:** La muestra posee un desgaste del 17.5% lo cual cumple con las exigencias de la norma ASTM C 131, es recomendable para la elaboración de concreto.

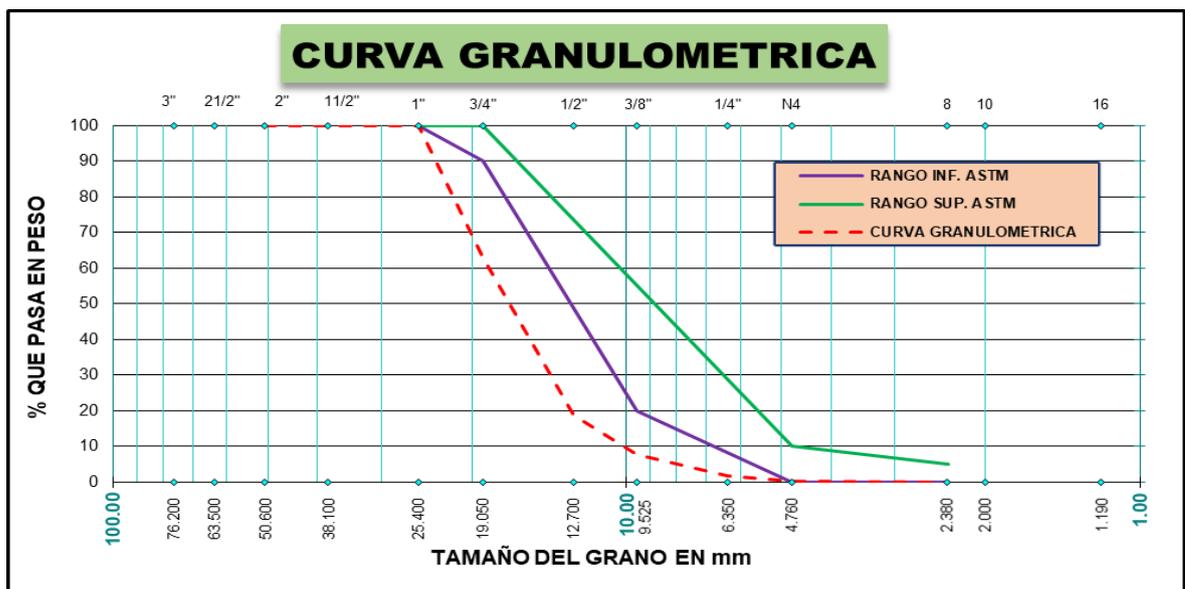
## ANEXO A-22: Granulometría de Agregado Grueso Cantera Piedra Azul

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
 TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
 CANTERA : PIEDRA AZUL FECHA : FEBRERO 2018  
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 136, NTP 400.012)

| TAMIZ        | ABERTURA | PESO RETENIDO | % PESO RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCION                          |
|--------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------|--------------------------------------|
| 4"           | 101.600  |               |                 |                      |            |          | Peso inicial gr. 10000 gr.           |
| 3"           | 76.200   |               |                 |                      |            |          | peso final gr. 9985.0 gr.            |
| 2 1/2"       | 63.500   |               |                 |                      |            |          | perdida % 0.15 %                     |
| 2"           | 50.800   |               |                 |                      | 100.00     |          | <b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b> |
| 1 1/2"       | 38.100   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     |          |                                      |
| 1"           | 25.400   | 0.0           | 0.00            | 0.00                 | 100.00     | 100 100  | Módulo de fineza 7.29                |
| 3/4"         | 19.050   | 3705.0        | 37.11           | 37.11                | 62.89      | 90 100   | Peso Especifico 2.55 gr/cm3          |
| 1/2"         | 12.700   | 4425.0        | 44.32           | 81.42                | 18.58      |          | Peso Unt. Suelto 1548 tn/m3          |
| 3/8"         | 9.525    | 1080.0        | 10.82           | 92.24                | 7.76       | 20 55    | Peso Unt. Varillado 1698 tn/m3       |
| 1/4"         | 6.350    | 610.0         | 6.11            | 98.35                | 1.65       |          | Humedad Natural 3.42 %               |
| N° 4         | 4.760    | 150.0         | 1.50            | 99.85                | 0.15       | 0 10     | Absorción 1.75 %                     |
| N° 8         | 2.360    | 15.0          | 0.15            | 100.00               | 0.00       | 0 0      | <b>OBSERVACIONES:</b>                |
| N° 16        | 1.190    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 30        | 0.600    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 50        | 0.300    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 100       | 0.149    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| N° 200       | 0.074    |               |                 |                      |            |          |                                      |
| < N° 200     |          |               |                 |                      |            |          |                                      |
| <b>TOTAL</b> |          | <b>9985.0</b> | <b>100.00</b>   |                      |            |          |                                      |



## ANEXO A-23: Peso Específico y Absorción de Agregados Cantera Piedra Azul

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

|          |   |  |         |              |
|----------|---|--|---------|--------------|
| PROYECTO | : | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |         |              |
| TESISTAS | : | PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |         |              |
| CANTERA  | : | PIEDRA AZUL  | FECHA : | FEBRERO 2018 |
| MUESTRA  | : | AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA  |         |              |

#### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION (ASTM C 136, NTP 400.012)

#### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO

| DATOS      |  |                    |                |
|------------|--|--------------------|----------------|
| N°         | DESCRIPCION  | UND.               | CANTIDAD       |
| 1          | PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO   | gr.                | 589.67         |
| 2          | PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA                          | gr.                | 600.01         |
| 3          | PESO DE LA PROBETA AFORADO + PESO DEL AGUA                                 | gr.                | <b>1503.61</b> |
| 4          | PESO DE LA PROBETA + PESO DEL AGUA + PESO DE LA MUESTRA SATUR. SUPER. SECA | gr.                | 1872.36        |
| 5          | PESO DE LA TARA  | gr.                | 99.39          |
| 6          | PESO DEL LA MUESTRA SECADA AL HORNO + PESO DE LA TARA                      | gr.                | 689.06         |
| RESULTADOS |  |                    |                |
| 1          | PESO ESPECIFICO APARENTE $(6/(2+1-3))$                                     | gr/cm <sup>3</sup> | 2.55           |
| 2          | PORCENTAJE DE ABSORCION $((1-6)/6)$  | %                  | 1.75           |

**ANEXO A-24: Peso Unitario de Agregados Cantera Piedra Azul**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES  
 TESISTAS : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  
 CANTERA : PIEDRA AZUL FECHA : FEBRERO 2018  
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA

**PESO UNITARIO**  
**(ASTM C 136, NTP 400.012)**

**PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO GRUESO**

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | G     | 18595.00       | 18630.00 | 18625.00 |
| Peso del molde            | G     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | G     | 8585.00        | 8620.00  | 8615.00  |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.544          | 1.550    | 1.550    |
| Promedio                  | g/cm3 |                | 1.548    |          |

**PESO UNITARIO VARILLADO - AGREGADO GRUESO**

| DESCRIPCION               | UND.  | N° DE MUESTRAS |          |          |
|---------------------------|-------|----------------|----------|----------|
|                           |       | 1              | 2        | 3        |
| Peso del material + molde | G     | 19470.00       | 19405.00 | 19475.00 |
| Peso del molde            | G     | 10010.00       | 10010.00 | 10010.00 |
| Peso del material         | G     | 9460.00        | 9395.00  | 9465.00  |
| Volumen del molde         | cm3   | 5559.84        | 5559.84  | 5559.84  |
| Peso unitario             | g/cm3 | 1.701          | 1.690    | 1.702    |
| Promedio                  | g/cm3 |                | 1.698    |          |

## ANEXO A-25: Contenido de Humedad de los Agregados Cantera Piedra Azul

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

---

|          |   |  |         |              |
|----------|---|--|---------|--------------|
| PROYECTO | : | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |         |              |
| TESISTAS | : | PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |         |              |
| CANTERA  | : | PIEDRA AZUL  | FECHA : | FEBRERO 2018 |
| MUESTRA  | : | AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA  |         |              |

---

#### CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA ASTM D2216

#### HUMEDAD AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA

| DESCRIPCION                          | UNIDAD   | Numero de Ensayos |             |        |
|--------------------------------------|----------|-------------------|-------------|--------|
|                                      |          | B-10              | B-11        | A-2    |
| Peso de la Capsula                   | gr.      | 29.87             | 32.35       | 92.30  |
| Peso Capsula + Muestra Húmeda        | gr.      | 410.44            | 376.65      | 537.96 |
| Peso Capsula + Muestra Seca          | gr.      | 397.90            | 365.05      | 523.40 |
| Peso del Agua                        | gr.      | 12.54             | 11.6        | 14.56  |
| Peso de la Muestra Seca              | gr.      | 368.03            | 332.7       | 431.1  |
| Contenido de Humedad Parcial         | %        | 3.41              | 3.49        | 3.38   |
| <b>Contenido de Humedad Promedio</b> | <b>%</b> |                   | <b>3.42</b> |        |

## ANEXO A-26: Desgaste por Abrasión Cantera Piedra Azul

### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

---

|          |   |  |         |            |
|----------|---|--|---------|------------|
| PROYECTO | : | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |         |            |
| TESISTAS | : | PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |         |            |
| CANTERA  | : | PIEDRA AZUL  | FECHA : | ABRIL 2018 |
| MUESTRA  | : | AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA  |         |            |

---

#### DESGASTE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NORMA ASTM C131 / ASTM C535

| N° DE MALLA         |          | CANTIDAD |        | MATERIAL<br>RETENIDO EN<br>EL TAMIZ N° 12 | % DE<br>DESGASTE<br>DE<br>ABRASION |             | METODO   | CANTIDAD<br>DE ESFERAS |
|---------------------|----------|----------|--------|---|------------------------------------|-------------|----------|------------------------|
| PASANTE             | RETENIDO | PESO     | UNIDAD |   | gr.                                | gr.         |          |                        |
| 1 1/2"              | 1"       | -        | gr.    |   |                                    |             |          |                        |
| 1"                  | 3/4"     | -        | gr.    |   |                                    |             |          |                        |
| 3/4"                | 1/2"     | 2503     | gr.    |   |                                    |             |          |                        |
| 1/2"                | 3/8"     | 2502     | gr.    |   |                                    |             | <b>B</b> | <b>11</b>              |
| TOTAL EN PESO       |          | 5005     | gr.    | 4130                                      | gr.                                | 875         | gr.      |                        |
| TOTAL EN PORCENTAJE |          | 100      | %      |   |                                    | <b>17.5</b> | %        |                        |

**Observación:** tamaños menores (500 revoluciones)

**Recomendaciones:** La muestra posee un desgaste del 17.5% lo cual cumple con las exigencias de la norma ASTM C 131, es recomendable para la elaboración de concreto.

---

**ANEXO A-27: Diseño de Mezcla de Concreto Cantera Isla  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> Para Desviación Estándar**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |  |
|----------|--|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |
| CANTERA  | : ISLA   |
| MUESTRA  | : CONCRETO   |
|          | FECHA : FEBRERO 2018   |

**DISEÑO DE MEZCLAS  
CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
METODO: MODULO DE FINEZA**

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD            | CEMENTO |         | AGREGADOS |        |
|--------------------------|-------------------|---------|---------|-----------|--------|
|                          |                   | RUMI    | TIPO IP | FINO      | GRUESO |
| TAMAÑO MAXIMO            | Pulg              |         |         | -         | 1      |
| PESO ESPECIFICO          | gr/cc             | 2.88    |         | 2.45      | 2.53   |
| PESO UNITARIO SUELTO     | Kg/m <sup>3</sup> |         |         | 1615      | 1523   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m <sup>3</sup> |         |         | 1712      | 1681   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | %                 |         |         | 3.58      | 3.19   |
| ABSORCION                | %                 |         |         | 2.00      | 2.10   |
| MODULO DE FINEZA         |                   |         |         | 3.36      | 7.03   |

**DOSIFICACION**

| f <sub>c</sub> PROM.                 | TMN    | SLUMP   | AGUA                  | AIRE | Agua/cem | Factor cem.             | Factor cem.              | mf              |
|--------------------------------------|--------|---------|-----------------------|------|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| f <sub>cr</sub> (Kg/m <sup>2</sup> ) | (pulg) | (pulg)  | (lit/m <sup>3</sup> ) | (%)  | A/C      | FC (Kg/m <sup>3</sup> ) | FC (bol/m <sup>3</sup> ) | Comb. De Agreg. |
| 294                                  | 1      | 3" - 4" | 193                   | 1.5  | 0.56     | 345.63                  | 8.13                     | 5.42            |

**CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| CALCULO DE R <sub>f</sub> %       | 43.85 |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS | 0.672 |

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

| DESCRIPCION     | VOLUM. ABSOLUTOS | PESOS SECOS/M3 | HUMEDAD | PESOS KG/M3 | PROPORCION |
|-----------------|------------------|----------------|---------|-------------|------------|
| CEMENTO         | 0.120            | 345.630        |         | 345.63      | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 0.295            | 722.750        | 11.4    | 748.62      | 2.17       |
| AGREGADO GRUESO | 0.377            | 953.810        | 10.4    | 984.24      | 2.85       |
| AGUA            | 0.193            | 193.000        | 21.8    | 171.18      | 0.50       |
| AIRE            | 0.015            |                |         |             |            |

Rel A/C Efectiva      0.50

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

| DESCRIPCION     | EN P3  | PROPORCION |
|-----------------|--------|------------|
| CEMENTO         | 8.132  | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 16.368 | 2.01       |
| AGREGADO GRUESO | 22.819 | 2.81       |
| AGUA            | 0.495  | 0.50       |

**ANEXO A-28: Diseño de Mezcla de Concreto Cantera Unocolla  $f'_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> Para Desviación Estándar**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |  |
|----------|--|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |
| CANTERA  | : UNOCOLLA   |
| MUESTRA  | : CONCRETO   |
|          | FECHA : FEBRERO 2018   |

**DISEÑO DE MEZCLAS  
CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
METODO: MODULO DE FINEZA**

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD            | CEMENTO      | AGREGADOS |        |
|--------------------------|-------------------|--------------|-----------|--------|
|                          |                   |              | FINO      | GRUESO |
| PROCEDENCIA              |                   | RUMI TIPO IP |           |        |
| TAMAÑO MAXIMO            | Pulg              |              | -         | 1      |
| PESO ESPECIFICO          | gr/cc             | 2.88         | 2.43      | 2.52   |
| PESO UNITARIO SUELTO     | Kg/m <sup>3</sup> |              | 1539      | 1507   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m <sup>3</sup> |              | 1691      | 1652   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | %                 |              | 5.06      | 4.57   |
| ABSORCION                | %                 |              | 3.23      | 1.81   |
| MODULO DE FINEZA         |                   |              | 3.22      | 7.18   |

**DOSIFICACION**

| f <sub>c</sub> PROM.                 | TMN    | SLUMP   | AGUA                  | AIRE | Agua/cem | Factor cem.             | Factor cem.              | mf              |
|--------------------------------------|--------|---------|-----------------------|------|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| f <sub>cr</sub> (Kg/m <sup>2</sup> ) | (pulg) | (pulg)  | (lit/m <sup>3</sup> ) | (%)  | A/C      | FC (Kg/m <sup>3</sup> ) | FC (bol/m <sup>3</sup> ) | Comb. De Agreg. |
| 294                                  | 1      | 3" - 4" | 193                   | 1.5  | 0.56     | 345.63                  | 8.13                     | 5.42            |

**CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| CALCULO DE R <sub>f</sub> %       | 44.43 |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS | 0.672 |

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

| DESCRIPCION     | VOLUM. ABSOLUTOS | PESOS SECOS/M3 | HUMEDAD | PESOS KG/M3 | PROPORCION |
|-----------------|------------------|----------------|---------|-------------|------------|
| CEMENTO         | 0.120            | 345.630        |         | 345.63      | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 0.299            | 726.570        | 13.3    | 763.33      | 2.21       |
| AGREGADO GRUESO | 0.373            | 939.960        | 25.9    | 982.92      | 2.84       |
| AGUA            | 0.193            | 193.000        | 39.2    | 153.76      | 0.44       |
| AIRE            | 0.015            |                |         |             |            |

|                  |      |
|------------------|------|
| Rel A/C Efectiva | 0.44 |
|------------------|------|

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

| DESCRIPCION     | EN P3  | PROPORCION |
|-----------------|--------|------------|
| CEMENTO         | 8.132  | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 17.514 | 2.15       |
| AGREGADO GRUESO | 23.030 | 2.83       |
| AGUA            | 0.445  | 0.44       |

**ANEXO A-29: Diseño de Mezcla de Concreto Cantera Yocará  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> Para Desviación Estándar**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |  |
|----------|--|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |
| CANTERA  | : YOCARA   |
| MUESTRA  | : CONCRETO   |
|          | FECHA : FEBRERO 2018   |

**DISEÑO DE MEZCLAS  
CONCRETO  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>  
METODO: MODULO DE FINEZA**

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD            | CEMENTO |         | AGREGADOS |        |
|--------------------------|-------------------|---------|---------|-----------|--------|
|                          |                   | RUMI    | TIPO IP | FINO      | GRUESO |
| TAMAÑO MAXIMO            | Pulg              |         |         | -         | 1      |
| PESO ESPECIFICO          | gr/cc             | 2.88    |         | 2.46      | 2.57   |
| PESO UNITARIO SUELTO     | Kg/m <sup>3</sup> |         |         | 1665      | 1552   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m <sup>3</sup> |         |         | 1802      | 1727   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | %                 |         |         | 5.33      | 2.54   |
| ABSORCION                | %                 |         |         | 2.53      | 2.92   |
| MODULO DE FINEZA         |                   |         |         | 3.34      | 6.73   |

**DOSIFICACION**

| f <sub>c</sub> PROM.                 | TMN    | SLUMP   | AGUA                  | AIRE | Agua/cem | Factor cem.             | Factor cem.              | mf              |
|--------------------------------------|--------|---------|-----------------------|------|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| f <sub>cr</sub> (Kg/m <sup>2</sup> ) | (pulg) | (pulg)  | (lit/m <sup>3</sup> ) | (%)  | A/C      | FC (Kg/m <sup>3</sup> ) | FC (bol/m <sup>3</sup> ) | Comb. De Agreg. |
| 294                                  | 1      | 3" - 4" | 193                   | 1.5  | 0.56     | 345.63                  | 8.13                     | 5.42            |

**CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| CALCULO DE R <sub>f</sub> %       | 38.63 |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS | 0.672 |

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

| DESCRIPCION     | VOLUM. ABSOLUTOS | PESOS SECOS/M3 | HUMEDAD | PESOS KG/M3 | PROPORCION  |
|-----------------|------------------|----------------|---------|-------------|-------------|
| CEMENTO         | 0.120            | 345.630        |         | 345.63      | <b>1.00</b> |
| AGREGADO FINO   | 0.260            | 639.600        | 17.9    | 673.69      | <b>1.95</b> |
| AGREGADO GRUESO | 0.412            | 1058.840       | -4.0    | 1085.73     | <b>3.14</b> |
| AGUA            | 0.193            | 193.000        | 13.9    | 179.11      | <b>0.52</b> |
| AIRE            | 0.015            |                |         |             |             |

|                  |      |
|------------------|------|
| Rel A/C Efectiva | 0.52 |
|------------------|------|

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

| DESCRIPCION     | EN P3  | PROPORCION  |
|-----------------|--------|-------------|
| CEMENTO         | 8.132  | <b>1.00</b> |
| AGREGADO FINO   | 14.287 | <b>1.76</b> |
| AGREGADO GRUESO | 24.702 | <b>3.04</b> |
| AGUA            | 0.518  | <b>0.52</b> |

**ANEXO A-30: Diseño de Mezcla de Concreto Cantera Piedra Azul  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  Para Desviación Estándar**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |  |
|----------|--|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |
| CANTERA  | : PIEDRA AZUL – ISLA   |
| MUESTRA  | : CONCRETO   |

FECHA : FEBRERO 2018

**DISEÑO DE MEZCLAS**

CONCRETO  $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$   
METODO: MODULO DE FINEZA

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD | CEMENTO | AGREGADOS |        |
|--------------------------|--------|---------|-----------|--------|
| PROCEDENCIA              | RUMI   | TIPO IP | FINO      | GRUESO |
| TAMAÑO MAXIMO            | Pulg   |         | -         | 3/4    |
| PESO ESPECIFICO          | gr/cc  | 2.88    | 2.45      | 2.55   |
| PESO UNITARIO SUELTO     | Kg/m3  |         | 1615      | 1548   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m3  |         | 1712      | 1698   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | %      |         | 3.58      | 3.42   |
| ABSORCION                | %      |         | 2.00      | 1.75   |
| MODULO DE FINEZA         |        |         | 3.36      | 7.29   |

**DOSIFICACION**

| $f_c$ PROM.      | TMN    | SLUMP   | AGUA     | AIRE | Agua/cem | Factor cem. | Factor cem. | mf              |
|------------------|--------|---------|----------|------|----------|-------------|-------------|-----------------|
| $f_{cr}$ (Kg/m2) | (pulg) | (pulg)  | (lit/m3) | (%)  | A/C      | FC (Kg/m3)  | FC (bol/m3) | Comb. De Agreg. |
| 294              | 3/4    | 3" - 4" | 205      | 2.0  | 0.558    | 367.12      | 8.64        | 5.161           |

**CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| CALCULO DE $R_f$ %                | 54.17 |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS | 0.648 |

**DOSIFICACION EN PESO**

| DESCRIPCION     | VOLUM. ABSOLUTOS | PESOS SECOS/M3 | HUMEDAD | PESOS KG/M3 | PROPORCION  |
|-----------------|------------------|----------------|---------|-------------|-------------|
| CEMENTO         | 0.127            | 367.120        |         | 367.12      | <b>1.00</b> |
| AGREGADO FINO   | 0.351            | 859.950        | 13.6    | 890.74      | <b>2.43</b> |
| AGREGADO GRUESO | 0.297            | 757.350        | 12.7    | 783.25      | <b>2.13</b> |
| AGUA            | 0.205            | 205.000        | 26.2    | 178.76      | <b>0.49</b> |
| AIRE            | 0.020            |                |         |             |             |

Rel A/C Efectiva 0.49

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

| DESCRIPCION     | EN P3  | PROPORCION  |
|-----------------|--------|-------------|
| CEMENTO         | 8.638  | <b>1.00</b> |
| AGREGADO FINO   | 19.475 | <b>2.25</b> |
| AGREGADO GRUESO | 17.866 | <b>2.07</b> |
| AGUA            | 0.487  | <b>0.49</b> |

**ANEXO A-31: Nuevos Valores Diseño de Mezcla de Concreto Cantera Isla**  
 $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |         |  |
|----------|---------|--|
| PROYECTO | :       | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |
| TESISTAS | :       | PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |
| CANTERA  | :       | ISLA   |
| MUESTRA  | :       | CONCRETO   |
|          | FECHA : | FEBRERO 2018   |

**DISEÑO DE MEZCLAS**

CONCRETO  $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$   
 METODO: MODULO DE FINEZA

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD | CEMENTO |         | AGREGADOS |        |
|--------------------------|--------|---------|---------|-----------|--------|
|                          |        | RUMI    | TIPO IP | FINO      | GRUESO |
| TAMAÑO MAXIMO            | Pulg   |         |         | -         | 1      |
| PESO ESPECIFICO          | gr/cc  |         | 2.88    | 2.45      | 2.53   |
| PESO UNITARIO SUELTO     | Kg/m3  |         |         | 1615      | 1523   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m3  |         |         | 1712      | 1681   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | %      |         |         | 3.08      | 2.51   |
| ABSORCION                | %      |         |         | 2.00      | 2.10   |
| MODULO DE FINEZA         |        |         |         | 3.36      | 7.03   |

**DOSIFICACION**

| f'c PROM.    | TMN    | SLUMP   | AGUA     | AIRE | Agua/cem | Factor cem. | Factor cem. | mf              |
|--------------|--------|---------|----------|------|----------|-------------|-------------|-----------------|
| f'cr (Kg/m2) | (pulg) | (pulg)  | (lit/m3) | (%)  | A/C      | FC (Kg/m3)  | FC (bol/m3) | Comb. De Agreg. |
| 310          | 1      | 3" - 4" | 193      | 1.5  | 0.54     | 360.07      | 8.47        | 5.45            |

**CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| CALCULO DE Rf %                   | 43.11 |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS | 0.667 |

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

| DESCRIPCION     | VOLUM. ABSOLUTOS | PESOS SECOS/M3 | HUMEDAD | PESOS KG/M3 | PROPORCION |
|-----------------|------------------|----------------|---------|-------------|------------|
| CEMENTO         | 0.125            | 360.075        |         | 360.08      | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 0.288            | 705.600        | 7.6     | 727.33      | 2.02       |
| AGREGADO GRUESO | 0.379            | 958.870        | 3.9     | 982.94      | 2.73       |
| AGUA            | 0.193            | 193.000        | 11.6    | 181.45      | 0.50       |
| AIRE            | 0.015            |                |         |             |            |

Rel A/C Efectiva      0.50

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

| DESCRIPCION     | EN P3  | PROPORCION |
|-----------------|--------|------------|
| CEMENTO         | 8.472  | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 15.902 | 1.88       |
| AGREGADO GRUESO | 22.789 | 2.69       |
| AGUA            | 0.504  | 0.50       |

**ANEXO A-32: Nuevos Valores Diseño de Mezcla de Concreto Cantera Unocolla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |         |  |
|----------|---------|--|
| PROYECTO | :       | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |
| TESISTAS | :       | PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |
| CANTERA  | :       | UNOCOLLA   |
| MUESTRA  | :       | CONCRETO   |
|          | FECHA : | FEBRERO 2018   |

**DISEÑO DE MEZCLAS**

CONCRETO  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$   
METODO: MODULO DE FINEZA

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD | CEMENTO |         | AGREGADOS |        |
|--------------------------|--------|---------|---------|-----------|--------|
|                          |        | RUMI    | TIPO IP | FINO      | GRUESO |
| TAMAÑO MAXIMO            | Pulg   |         |         | -         | 1      |
| PESO ESPECIFICO          | gr/cc  | 2.88    |         | 2.43      | 2.52   |
| PESO UNITARIO SUELTO     | Kg/m3  |         |         | 1539      | 1507   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m3  |         |         | 1691      | 1652   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | %      |         |         | 4.18      | 3.94   |
| ABSORCION                | %      |         |         | 3.23      | 1.81   |
| MODULO DE FINEZA         |        |         |         | 3.22      | 7.18   |

**DOSIFICACION**

| f <sub>c</sub> PROM.                 | TMN    | SLUMP   | AGUA                  | AIRE | Agua/cem | Factor cem.             | Factor cem.              | mf              |
|--------------------------------------|--------|---------|-----------------------|------|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| f <sub>cr</sub> (Kg/m <sup>2</sup> ) | (pulg) | (pulg)  | (lit/m <sup>3</sup> ) | (%)  | A/C      | FC (Kg/m <sup>3</sup> ) | FC (bol/m <sup>3</sup> ) | Comb. De Agreg. |
| 316                                  | 1      | 3" - 4" | 193                   | 1.5  | 0.53     | 365.81                  | 8.61                     | 5.46            |

**CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| CALCULO DE R <sub>f</sub> %       | 43.47 |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS | 0.665 |

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

| DESCRIPCION     | VOLUM. ABSOLUTOS | PESOS SECOS/M3 | HUMEDAD | PESOS KG/M3 | PROPORCION |
|-----------------|------------------|----------------|---------|-------------|------------|
| CEMENTO         | 0.127            | 365.807        |         | 365.81      | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 0.289            | 702.270        | 6.7     | 731.62      | 2.00       |
| AGREGADO GRUESO | 0.376            | 947.520        | 20.2    | 984.85      | 2.69       |
| AGUA            | 0.193            | 193.000        | 26.9    | 166.15      | 0.45       |
| AIRE            | 0.015            |                |         |             |            |

Rel A/C Efectiva      0.45

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

| DESCRIPCION     | EN P3  | PROPORCION |
|-----------------|--------|------------|
| CEMENTO         | 8.607  | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 16.786 | 1.95       |
| AGREGADO GRUESO | 23.076 | 2.68       |
| AGUA            | 0.454  | 0.45       |

**ANEXO A-33: Nuevos Valores Diseño de Mezcla de Concreto Cantera Yocará  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |  |
|----------|--|
| PROYECTO | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |
| TESISTAS | : PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |
| CANTERA  | : YOCARA   |
| MUESTRA  | : CONCRETO   |
|          | FECHA : FEBRERO 2018   |

**DISEÑO DE MEZCLAS**

**CONCRETO  $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$**

**METODO: MODULO DE FINEZA**

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD            | CEMENTO   |    | AGREGADOS |        |
|--------------------------|-------------------|-----------|----|-----------|--------|
|                          |                   | RUMI TIPO | IP | FINO      | GRUESO |
| TAMAÑO MAXIMO            | Pulg              |           |    | -         | 1      |
| PESO ESPECIFICO          | gr/cc             | 2.88      |    | 2.46      | 2.57   |
| PESO UNITARIO SUELTO     | Kg/m <sup>3</sup> |           |    | 1665      | 1552   |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m <sup>3</sup> |           |    | 1802      | 1727   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | %                 |           |    | 4.26      | 2.11   |
| ABSORCION                | %                 |           |    | 2.53      | 2.92   |
| MODULO DE FINEZA         |                   |           |    | 3.34      | 6.73   |

**DOSIFICACION**

| $f_c$ PROM.                   | TMN    | SLUMP   | AGUA                  | AIRE | Agua/cem | Factor cem.             | Factor cem.              | mf              |
|-------------------------------|--------|---------|-----------------------|------|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| $f_{cr}$ (Kg/m <sup>2</sup> ) | (pulg) | (pulg)  | (lit/m <sup>3</sup> ) | (%)  | A/C      | FC (Kg/m <sup>3</sup> ) | FC (bol/m <sup>3</sup> ) | Comb. De Agreg. |
| 308                           | 1      | 3" - 4" | 193                   | 1.5  | 0.54     | 358.20                  | 8.43                     | 5.44            |

**CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| CALCULO DE $R_f$ %                | 37.93 |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS | 0.668 |

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

| DESCRIPCION     | VOLUM. ABSOLUTOS | PESOS SECOS/M <sup>3</sup> | HUMEDAD | PESOS KG/M <sup>3</sup> | PROPORCION  |
|-----------------|------------------|----------------------------|---------|-------------------------|-------------|
| CEMENTO         | 0.124            | 358.203                    |         | 358.20                  | <b>1.00</b> |
| AGREGADO FINO   | 0.253            | 622.380                    | 10.8    | 648.89                  | <b>1.81</b> |
| AGREGADO GRUESO | 0.415            | 1066.550                   | -8.6    | 1089.05                 | <b>3.04</b> |
| AGUA            | 0.193            | 193.000                    | 2.1     | 190.87                  | <b>0.53</b> |
| AIRE            | 0.015            |                            |         |                         |             |

Rel A/C Efectiva      0.53

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

| DESCRIPCION     | EN P <sub>3</sub> | PROPORCION  |
|-----------------|-------------------|-------------|
| CEMENTO         | 8.428             | <b>1.00</b> |
| AGREGADO FINO   | 13.761            | <b>1.63</b> |
| AGREGADO GRUESO | 24.777            | <b>2.94</b> |
| AGUA            | 0.533             | <b>0.53</b> |

**ANEXO A-34: Nuevos Valores Diseño de Mezcla de Concreto Cantera**  
**Piedra Azul  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES**

|          |   |  |                      |
|----------|---|--|----------------------|
| PROYECTO | : | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES |                      |
| TESISTAS | : | PERCY ARAPA MAMANI – WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA  |                      |
| CANTERA  | : | PIEDRA AZUL – ISLA   | FECHA : FEBRERO 2018 |
| MUESTRA  | : | CONCRETO   |                      |

**DISEÑO DE MEZCLAS**  
**CONCRETO  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$**   
**METODO: MODULO DE FINEZA**

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD | CEMENTO      |      | AGREGADOS |      |
|--------------------------|--------|--------------|------|-----------|------|
|                          |        | RUMI TIPO IP | FINO | GRUESO    |      |
| PROCEDENCIA              |        |              |      |           |      |
| TAMAÑO MAXIMO            | Pulg   |              | -    |           | 3/4  |
| PESO ESPECIFICO          | gr/cc  | 2.88         | 2.45 |           | 2.55 |
| PESO UNITARIO SUELTO     | Kg/m3  |              | 1615 |           | 1548 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | Kg/m3  |              | 1712 |           | 1698 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | %      |              | 3.08 |           | 2.73 |
| ABSORCION                | %      |              | 2.00 |           | 1.75 |
| MODULO DE FINEZA         |        |              | 3.36 |           | 7.29 |

**DOSIFICACION**

| $f'c$ PROM.   | TMN    | SLUMP   | AGUA     | AIRE | Agua/cem | Factor cem. | Factor cem. | mf              |
|---------------|--------|---------|----------|------|----------|-------------|-------------|-----------------|
| $f'c$ (Kg/m2) | (pulg) | (pulg)  | (lit/m3) | (%)  | A/C      | FC (Kg/m3)  | FC (bol/m3) | Comb. De Agreg. |
| 308           | 3/4    | 3" - 4" | 205      | 2.0  | 0.54     | 380.48      | 8.95        | 5.186           |

**CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| CALCULO DE $R_f$ %                | 53.53 |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS | 0.643 |

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

| DESCRIPCION     | VOLUM. ABSOLUTOS | PESOS SECOS/M3 | HUMEDAD | PESOS KG/M3 | PROPORCION |
|-----------------|------------------|----------------|---------|-------------|------------|
| CEMENTO         | 0.132            | 380.475        |         | 380.48      | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 0.344            | 842.800        | 9.1     | 868.76      | 2.28       |
| AGREGADO GRUESO | 0.299            | 762.450        | 7.5     | 783.26      | 2.06       |
| AGUA            | 0.205            | 205.000        | 16.6    | 188.43      | 0.50       |
| AIRE            | 0.020            |                |         |             |            |

|                  |      |
|------------------|------|
| Rel A/C Efectiva | 0.50 |
|------------------|------|

**DOSIFICACION EN VOLUMEN**

| DESCRIPCION     | EN P3  | PROPORCION |
|-----------------|--------|------------|
| CEMENTO         | 8.952  | 1.00       |
| AGREGADO FINO   | 18.994 | 2.12       |
| AGREGADO GRUESO | 17.866 | 2.00       |
| AGUA            | 0.495  | 0.50       |

## ANEXO A-35: Análisis Físico Químico Agregado Grueso Cantera Isla



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD 10-2018



# Certificado de Análisis

N° 0489

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA de: CANTERA ISLA-AGREGADO GRUESO

**PROCEDENCIA** : CANTERA ISLA - AGREGADO GRUESO

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

**INTERESADO** : Bach. Percy ARAPA MAMANI  
Bach. Washington Wilver MAMANI CAIRA

**MOTIVO** : TESIS DE INVESTIGACION

**MUESTREO** : 08/06/2018

**ANÁLISIS** : 08/06/2018

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

| PARAMETROS FISICO QUIMICOS                      | UNIDAD | RESULTADOS | METODO ANALITICO                                  |
|---|--------|------------|---|
| 1.- Potencial de Hidrogeno                      | pH     | 7.44       | Electrometría                                     |
| 2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | ppm    | 27.16      | Volumetría/MOHR                                   |
| 3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | ppm    | 20.00      | COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O |
| 4.- Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | ppm    | 69.51      | Volumétrica/Heliantina                            |
| 5.- Sales Solubles Totales                      | ppm    | 59.52      | Electrometría                                     |
| 6.- Conductividad                               | μS/ cm | 93.00      | Electrometría                                     |

Puno, C.U. 12 de junio de 2018.

V°B°



Dra. Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUIMICA  
UNA - PUNO

# ANEXO A-36: Análisis Físico Químico Agregado Fino Cantera Yocara



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



## Certificado de Análisis

N° 0491

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA de: CANTERA YOCARA-  
 AGREGADO FINO

**PROCEDENCIA** : CANTERA YOCARA- AGREGADO FINO

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO  
 CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU  
 INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN  
 LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

**INTERESADO** : Bach. Percy ARAPA MAMANI  
 Bach. Washington Wilver MAMANI CAIRA

**MOTIVO** : TESIS DE INVESTIGACION

**MUESTREO** : 08/06/2018

**ANÁLISIS** : 08/06/2018

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

| PARAMETROS FISICO QUIMICOS                      | UNIDAD | RESULTADOS | METODO ANALITICO                                     |
|---|--------|------------|--|
| 1.- Potencial de Hidrogeno                      | pH     | 9.45       | Electrometría  |
| 2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | ppm    | 29.10      | Volumetría/MOHR                                      |
| 3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | ppm    | 140.00     | COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub><br>2H <sub>2</sub> O |
| 4.- Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | ppm    | 49.98      | Volumétrica/Heliantina                               |
| 5.-Sales Solubles Totales                       | ppm    | 27.33      | Electrometría  |
| 6.- Conductividad                               | μS/ cm | 42.70      | Electrometría  |

Puno, C.U. 12 de junio de 2018.  
 V°B°



*[Handwritten Signature]*

Dra. Edith Tello Palma  
 DECAÑA  
 FACULTAD ING. QUIMICA  
 UNA - PUNO

# ANEXO A-37: Análisis Físico Químico Agregado Grueso Cantera Unocolla



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



LQ-2018

N° 0311

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA de: CANTERA UNOCOLLA -  
 AGREGADO GRUESO

**PROCEDENCIA** : CANTERA UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO  
 CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU  
 INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN  
 LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

**INTERESADO** : Bach. Percy ARAPA MAMANI  
 Bach. Washington Wilver MAMANI CAIRA

**MOTIVO** : TESIS DE INVESTIGACION

**MUESTREO** : 08/06/2018

**ANÁLISIS** : 08/06/2018

**COD. MUESTRA** : R0925

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

| PARAMETROS FISICO QUIMICOS                      | UNIDAD | RESULTADOS | METODO ANALITICO                                     |
|---|--------|------------|--|
| 1.- Potencial de Hidrogeno                      | pH     | 8.00       | Electrometría  |
| 2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | ppm    | 32.98      | Volumetría/MOHR                                      |
| 3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | ppm    | 12.00      | COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub><br>2H <sub>2</sub> O |
| 4.- Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | ppm    | 47.67      | Volumétrica/Heliantina                               |
| 5.-Sales Solubles Totales                       | ppm    | 7.81       | Electrometría  |
| 6.- Conductividad                               | μS/ cm | 12.20      | Electrometría  |

Puno, C.U. 12 de junio de 2018.



*Edith Tello Palma*  
 Dra. Edith Tello Palma  
 DECANA  
 FACULTAD ING. QUIMICA  
 UNALTI - PUNO

# ANEXO A-38: Análisis Físico Químico Agregado Fino Cantera Unocolla



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



LQ-2018

N°0312

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA de: CANTERA UNOCOLLA-  
AGREGADO FINO

---

**PROCEDENCIA** : CANTERA UNOCOLLA - AGREGADO FINO

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO  
CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU  
INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN  
LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

**INTERESADO** : Bach. Percy ARAPA MAMANI  
Bach. Washington Wilver MAMANI CAIRA

**MOTIVO** : TESIS DE INVESTIGACION

**MUESTREO** : 08/06/2018

**ANÁLISIS** : 08/06/2018

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

| PARAMETROS FISICO QUIMICOS                      | UNIDAD | RESULTADOS | METODO ANALITICO                                     |
|---|--------|------------|--|
| 1.- Potencial de Hidrogeno                      | pH     | 9.47       | Electrometría  |
| 2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | ppm    | 32.98      | Volumetría/MOHR                                      |
| 3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | ppm    | 128.00     | COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub><br>2H <sub>2</sub> O |
| 4.- Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | ppm    | 35.91      | Volumétrica/Heliantina                               |
| 5.-Sales Solubles Totales                       | ppm    | 25.73      | Electrometría  |
| 6.- Conductividad                               | μS/ cm | 40.2       | Electrometría  |

Puno, C.U. 12 de junio de 2018.

VºBº



*Edith Tello Palma*

Dra. Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUIMICA  
PUNO PERU

# ANEXO A-39: Análisis Físico Químico Agregado Grueso Cantera Yocara



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



## Certificado de Análisis

N° 0490

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA de: CANTERA YOCARA-AGREGADO GRUESO

**PROCEDENCIA** : CANTERA YOCARA - AGREGADO GRUESO

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

**INTERESADO** : Bach. Percy ARAPA MAMANI  
 Bach. Washington Wilver MAMANI CAIRA

**MOTIVO** : TESIS DE INVESTIGACION

**MUESTREO** : 08/06/2018

**ANÁLISIS** : 08/06/2018

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

| PARAMETROS FISICO QUIMICOS                      | UNIDAD | RESULTADOS | METODO ANALITICO                                  |
|---|--------|------------|---|
| 1.- Potencial de Hidrogeno                      | pH     | 9.22       | Electrometría                                     |
| 2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | ppm    | 34.92      | Volumetría/MOHR                                   |
| 3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | ppm    | 16.00      | COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O |
| 4.- Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | ppm    | 43.68      | Volumétrica/Heliantina                            |
| 5.-Sales Solubles Totales                       | ppm    | 9.67       | Electrometría                                     |
| 6.- Conductividad                               | μS/ cm | 15.1       | Electrometría                                     |

Puno, C.U. 12 de junio de 2018.  
 V°B°



*Edith Tello Palma*

Dra. Edith Tello Palma  
 DECANA  
 FACULTAD ING. QUIMICA  
 UNA - PUNO

# ANEXO A-40: Análisis Físico Químico Agregado Fino Cantera Yocara



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



## Certificado de Análisis

N° 0491

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA de: CANTERA YOCARA-  
AGREGADO FINO

---

**PROCEDENCIA** : CANTERA YOCARA- AGREGADO FINO

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO  
CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU  
INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN  
LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

**INTERESADO** : Bach. Percy ARAPA MAMANI  
Bach. Washington Wilver MAMANI CAIRA

**MOTIVO** : TESIS DE INVESTIGACION

**MUESTREO** : 08/06/2018

**ANÁLISIS** : 08/06/2018

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

| PARAMETROS FISICO QUIMICOS                      | UNIDAD | RESULTADOS | METODO ANALITICO                                     |
|---|--------|------------|--|
| 1.- Potencial de Hidrogeno                      | pH     | 9.45       | Electrometría  |
| 2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | ppm    | 29.10      | Volumetría/MOHR                                      |
| 3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | ppm    | 140.00     | COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub><br>2H <sub>2</sub> O |
| 4.- Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | ppm    | 49.98      | Volumétrica/Heliantina                               |
| 5.-Sales Solubles Totales                       | ppm    | 27.33      | Electrometría  |
| 6.- Conductividad                               | μS/ cm | 42.70      | Electrometría  |

Puno, C.U. 12 de junio de 2018.  
V°B°



  
Dra. Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUIMICA  
UNA - PUNO

# ANEXO A-41: Análisis Físico Químico Piedra Chancada Cantera Piedra Azul



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



LQ-2018

N° 0487

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA de: CANTERA PIEDRA AZUL-PIEDRA CHANCADA

---

**PROCEDENCIA** : CANTERA PIEDRA AZUL-PIEDRA CHANCADA

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

**INTERESADO** : Bach. Percy ARAPA MAMANI  
Bach. Washington Wilver MAMANI CAIRA

**MOTIVO** : TESIS DE INVESTIGACION

**MUESTREO** : 08/06/2018

**ANÁLISIS** : 08/06/2018

---

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

| PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS                      | UNIDAD | RESULTADOS | METODO ANALITICO                                  |
|---|--------|------------|---|
| 1.- Potencial de Hidrogeno                      | pH     | 8.43       | Electrometría                                     |
| 2.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | ppm    | 21.34      | Volumetría/MOHR                                   |
| 3.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | ppm    | 8.00       | COLORIMETRIA/ BaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O |
| 4.- Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | ppm    | 37.17      | Volumétrica/Heliantina                            |
| 5.-Sales Solubles Totales                       | ppm    | 8.64       | Electrometría                                     |
| 6.- Conductividad                               | μS/ cm | 13.5       | Electrometría                                     |

Puno, C.U. 12 de junio de 2018.  
VºBº



Dra. Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA - PUNO

---

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992.

## ANEXO A-42: Constancia de Uso de Laboratorio de Construcciones



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



### CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

#### EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES DE LA FICA

**Hace constar:**

Que los testistas, conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil Bach: **Percy Arapa Mamani** y **Washington Wilver Mamani Caira**, hizo uso de los equipos del laboratorio de construcciones – FICA, para realizar los ensayos requeridos para el proyecto de Tesis: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES”.

Los ensayos que realizo son los siguientes.

| Nº | ENSAYOS  | CANTIDAD |
|----|--|----------|
| 1  | Diseño de Mezclas                                | 4        |
| 2  | Análisis Granulométrico (Agr. Grueso, Agr. Fino) | 7        |
| 3  | Peso Especifico (Agr. Grueso, Agr. Fino)         | 7        |
| 4  | Peso Unitario (Agr. Grueso, Agr. Fino)           | 7        |
| 5  | Contenido de Humedad (Agr. Grueso, Agr. Fino)    | 7        |
| 6  | Absorción (Agr. Grueso, Agr. Fino)               | 7        |
| 7  | Abrasión los Angeles                             | 4        |
| 8  | Rotura de Briquetas                              | 200      |

Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Construcciones.

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita de los interesados, para adjuntar en su proyecto de tesis.

Puno, C.U. 03 de Diciembre del 2018.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES FICA

Msc. Ing. Gipo E. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO B: Resultados de Resistencia a Compresión del Concreto Para Desviación Estándar



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



### PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |         |            |
|-----------|---|---------|------------|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. | FECHA : | Junio 2018 |
| TESISITAS | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |         |            |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO  |         |            |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup> , para desviación estándar.  |         |            |
| CANTERA   | : CANTERA YOCARA  |         |            |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION    | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|----------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 1  | CY - 01              | CANTERA YOCARA | 33860 | 14.89    | 174.13            | 194.46               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 92.60            |
| 2  | CY - 02              | CANTERA YOCARA | 33264 | 14.95    | 175.53            | 189.50               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 90.24            |
| 3  | CY - 03              | CANTERA YOCARA | 34558 | 15.01    | 176.95            | 195.30               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 93.00            |
| 4  | CY - 04              | CANTERA YOCARA | 31946 | 14.87    | 173.66            | 183.96               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 87.60            |
| 5  | CY - 05              | CANTERA YOCARA | 34612 | 15.04    | 177.65            | 194.83               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 92.78            |
| 6  | CY - 06              | CANTERA YOCARA | 34015 | 15.10    | 179.07            | 189.95               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 90.45            |
| 7  | CY - 07              | CANTERA YOCARA | 15824 | 9.96     | 77.91             | 203.10               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 96.72            |
| 8  | CY - 08              | CANTERA YOCARA | 14185 | 10.00    | 78.54             | 180.61               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 86.01            |
| 9  | CY - 09              | CANTERA YOCARA | 15748 | 10.05    | 79.32             | 198.53               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 94.54            |
| 10 | CY - 10              | CANTERA YOCARA | 16523 | 9.97     | 78.07             | 211.65               | 210                  | 02/06/2018 | 30/06/2018 | 28   | 100.79           |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC .  
 Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES FICIA  
  
 Msc. Ing. Ciro E. Laque Córdova  
 JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO  |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup> , para desviación estándar.  |
| CANTERA   | : CANTERA YOCARA  |
|           | FECHA : Julio 2018  |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION    | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|----------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 11 | CY - 11              | CANTERA YOCARA | 15304 | 10.04    | 79.17             | 193.31               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 92.05            |
| 12 | CY - 12              | CANTERA YOCARA | 17067 | 10.11    | 80.27             | 212.61               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 101.24           |
| 13 | CY - 13              | CANTERA YOCARA | 14683 | 9.99     | 78.38             | 187.33               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 89.20            |
| 14 | CY - 14              | CANTERA YOCARA | 14278 | 9.98     | 78.22             | 182.53               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 86.92            |
| 15 | CY - 15              | CANTERA YOCARA | 14897 | 10.01    | 78.69             | 189.30               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 90.14            |
| 16 | CY - 16              | CANTERA YOCARA | 16559 | 10.05    | 79.32             | 208.75               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 99.40            |
| 17 | CY - 17              | CANTERA YOCARA | 14583 | 9.98     | 78.22             | 186.43               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 88.77            |
| 18 | CY - 18              | CANTERA YOCARA | 14962 | 9.99     | 78.38             | 190.89               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 90.90            |
| 19 | CY - 19              | CANTERA YOCARA | 16287 | 10.00    | 78.54             | 207.38               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 98.75            |
| 20 | CY - 20              | CANTERA YOCARA | 14997 | 10.07    | 79.64             | 188.31               | 210                  | 03/06/2018 | 01/07/2018 | 28   | 89.67            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-FICA  
Msc. Ing. Gino E. Lacerda Cordova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |         |            |
|-----------|---|---------|------------|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |         |            |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |         |            |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO  | FECHA : | Julio 2018 |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup> , para desviación estándar.  |         |            |
| CANTERA   | : CANTERA ISLA  |         |            |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION  | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|--------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |              | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 1  | CI - 01              | CANTERA ISLA | 34117 | 15.01    | 176.95            | 192.81               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 91.81            |
| 2  | CI - 02              | CANTERA ISLA | 34065 | 15.04    | 177.65            | 191.75               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 91.31            |
| 3  | CI - 03              | CANTERA ISLA | 34878 | 14.97    | 176.00            | 198.17               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 94.37            |
| 4  | CI - 04              | CANTERA ISLA | 32914 | 14.95    | 175.53            | 187.51               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 89.29            |
| 5  | CI - 05              | CANTERA ISLA | 34186 | 14.99    | 176.47            | 193.72               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 92.25            |
| 6  | CI - 06              | CANTERA ISLA | 35448 | 15.00    | 176.71            | 200.60               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 95.52            |
| 7  | CI - 07              | CANTERA ISLA | 15326 | 10.04    | 79.17             | 193.59               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 92.19            |
| 8  | CI - 08              | CANTERA ISLA | 15029 | 10.05    | 79.32             | 189.46               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 90.22            |
| 9  | CI - 09              | CANTERA ISLA | 13167 | 9.98     | 78.22             | 168.33               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 80.15            |
| 10 | CI - 10              | CANTERA ISLA | 15227 | 10.01    | 78.69             | 193.49               | 210                  | 05/06/2018 | 03/07/2018 | 28   | 92.14            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES CIVILES  
Msc. Ing. Ciro E. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.**



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|                |   |
|----------------|---|
| PROYECTO       | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS       | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN      | : UNA – PUNO <span style="float: right;">FECHA : Julio 2018</span>  |
| f <sub>c</sub> | : 210 Kg/cm <sup>2</sup> , para desviación estándar.  |
| CANTERA        | : CANTERA ISLA  |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION  | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f <sub>c</sub>       | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|--------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |              | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 11 | CI - 11              | CANTERA ISLA | 15632 | 10.04    | 79.17             | 197.46               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 94.03            |
| 12 | CI - 12              | CANTERA ISLA | 16124 | 10.02    | 78.85             | 204.48               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 97.37            |
| 13 | CI - 13              | CANTERA ISLA | 15427 | 9.99     | 78.38             | 196.82               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 93.72            |
| 14 | CI - 14              | CANTERA ISLA | 14226 | 9.97     | 78.07             | 182.23               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 86.78            |
| 15 | CI - 15              | CANTERA ISLA | 13678 | 10.04    | 79.17             | 172.77               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 82.27            |
| 16 | CI - 16              | CANTERA ISLA | 15324 | 10.60    | 88.24             | 173.65               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 82.69            |
| 17 | CI - 17              | CANTERA ISLA | 14267 | 10.05    | 79.32             | 179.86               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 85.65            |
| 18 | CI - 18              | CANTERA ISLA | 16104 | 9.97     | 78.07             | 206.28               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 98.23            |
| 19 | CI - 19              | CANTERA ISLA | 15642 | 9.96     | 77.91             | 200.77               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 95.60            |
| 20 | CI - 20              | CANTERA ISLA | 13986 | 10.00    | 78.54             | 178.08               | 210                  | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28   | 84.80            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
 Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C.  
  
 Msc. Ing. Gilio E. Laque Córdova  
 JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|                    |   |
|--------------------|---|
| PROYECTO           | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS           | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN          | : UNA – PUNO  |
| f'c                | : 210 Kg/cm <sup>2</sup> , para desviación estándar.  |
| CANTERA            | : CANTERA UNOCOLLA  |
| FECHA : Julio 2018 |   |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION      | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                  | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 1  | CU - 01              | CANTERA UNOCOLLA | 30148 | 15.01    | 176.95            | 170.38               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 81.13            |
| 2  | CU - 02              | CANTERA UNOCOLLA | 32752 | 15.06    | 178.13            | 183.87               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 87.56            |
| 3  | CU - 03              | CANTERA UNOCOLLA | 33774 | 14.89    | 174.13            | 193.96               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 92.36            |
| 4  | CU - 04              | CANTERA UNOCOLLA | 34726 | 14.97    | 176.00            | 197.30               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 93.95            |
| 5  | CU - 05              | CANTERA UNOCOLLA | 31567 | 15.11    | 179.31            | 176.05               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 83.83            |
| 6  | CU - 06              | CANTERA UNOCOLLA | 15687 | 10.08    | 79.80             | 196.58               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 93.61            |
| 7  | CU - 07              | CANTERA UNOCOLLA | 12395 | 10.06    | 79.48             | 155.95               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 74.26            |
| 8  | CU - 08              | CANTERA UNOCOLLA | 12567 | 9.97     | 78.07             | 160.98               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 76.66            |
| 9  | CU - 09              | CANTERA UNOCOLLA | 14225 | 9.89     | 76.82             | 185.18               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 88.18            |
| 10 | CU - 10              | CANTERA UNOCOLLA | 13245 | 10.01    | 78.69             | 168.31               | 210                  | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28   | 80.15            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-CIVIL  
  
Msc. Ing. Gino E. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.**



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO <span style="float: right;">FECHA : Julio 2018</span>  |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup> , para desviación estándar.  |
| CANTERA   | : CANTERA UNOCOLLA  |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION      | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                  | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 11 | CU - 11              | CANTERA UNOCOLLA | 14364 | 10.04    | 79.17             | 181.44               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 86.40            |
| 12 | CU - 12              | CANTERA UNOCOLLA | 12897 | 9.98     | 78.22             | 164.87               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 78.51            |
| 13 | CU - 13              | CANTERA UNOCOLLA | 15914 | 9.99     | 78.38             | 203.04               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 96.68            |
| 14 | CU - 14              | CANTERA UNOCOLLA | 12756 | 10.07    | 79.64             | 160.17               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 76.27            |
| 15 | CU - 15              | CANTERA UNOCOLLA | 14838 | 10.03    | 79.01             | 187.80               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 89.43            |
| 16 | CU - 16              | CANTERA UNOCOLLA | 13064 | 10.08    | 79.80             | 163.71               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 77.96            |
| 17 | CU - 17              | CANTERA UNOCOLLA | 14997 | 9.99     | 78.38             | 191.34               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 91.11            |
| 18 | CU - 18              | CANTERA UNOCOLLA | 13014 | 9.89     | 76.82             | 169.41               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 80.67            |
| 19 | CU - 19              | CANTERA UNOCOLLA | 14956 | 10.00    | 78.54             | 190.43               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 90.68            |
| 20 | CU - 20              | CANTERA UNOCOLLA | 12598 | 10.07    | 79.64             | 158.19               | 210                  | 09/06/2018 | 07/07/2018 | 28   | 75.33            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
 Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.  
  
 Msc. Ing. Gino E. Laque Córdova  
 JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO  |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup> , para desviación estándar.  |
| CANTERA   | : CANTERA PIEDRA AZUL   |
|           | FECHA : Julio 2018  |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION         | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|---------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                     | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 1  | CPA - 01             | CANTERA PIEDRA AZUL | 36897 | 14.89    | 174.13            | 211.90               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 100.90           |
| 2  | CPA - 02             | CANTERA PIEDRA AZUL | 34875 | 14.95    | 175.53            | 198.68               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 94.61            |
| 3  | CPA - 03             | CANTERA PIEDRA AZUL | 35710 | 15.01    | 176.95            | 201.81               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 96.10            |
| 4  | CPA - 04             | CANTERA PIEDRA AZUL | 38212 | 15.07    | 178.36            | 214.24               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 102.02           |
| 5  | CPA - 05             | CANTERA PIEDRA AZUL | 34727 | 14.97    | 176.00            | 197.31               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 93.96            |
| 6  | CPA - 06             | CANTERA PIEDRA AZUL | 15889 | 9.99     | 78.38             | 202.72               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 96.53            |
| 7  | CPA - 07             | CANTERA PIEDRA AZUL | 14574 | 9.98     | 78.22             | 186.31               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 88.72            |
| 8  | CPA - 08             | CANTERA PIEDRA AZUL | 17124 | 10.00    | 78.54             | 218.04               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 103.83           |
| 9  | CPA - 09             | CANTERA PIEDRA AZUL | 16142 | 10.03    | 79.01             | 204.30               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 97.29            |
| 10 | CPA - 10             | CANTERA PIEDRA AZUL | 16825 | 10.50    | 86.59             | 194.31               | 210                  | 10/06/2018 | 08/07/2018 | 28   | 92.53            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C.  
Msc. Ing. Gino E. Lago Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO  |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup> , para desviación estándar.  |
| CANTERA   | : CANTERA PIEDRA AZUL   |
|           | FECHA : Julio 2018  |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION         | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|---------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                     | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 11 | CPA - 11             | CANTERA PIEDRA AZUL | 15764 | 9.99     | 78.38             | 201.12               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 95.77            |
| 12 | CPA - 12             | CANTERA PIEDRA AZUL | 15287 | 10.02    | 78.85             | 193.87               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 92.32            |
| 13 | CPA - 13             | CANTERA PIEDRA AZUL | 17162 | 10.05    | 79.32             | 216.35               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 103.02           |
| 14 | CPA - 14             | CANTERA PIEDRA AZUL | 17326 | 9.97     | 78.07             | 221.94               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 105.68           |
| 15 | CPA - 15             | CANTERA PIEDRA AZUL | 16007 | 9.96     | 77.91             | 205.45               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 97.84            |
| 16 | CPA - 16             | CANTERA PIEDRA AZUL | 15904 | 10.02    | 78.85             | 201.69               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 96.04            |
| 17 | CPA - 17             | CANTERA PIEDRA AZUL | 15742 | 10.08    | 79.80             | 197.27               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 93.94            |
| 18 | CPA - 18             | CANTERA PIEDRA AZUL | 14862 | 10.00    | 78.54             | 189.23               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 90.11            |
| 19 | CPA - 19             | CANTERA PIEDRA AZUL | 16034 | 9.89     | 76.82             | 208.72               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 99.39            |
| 20 | CPA - 20             | CANTERA PIEDRA AZUL | 15345 | 9.97     | 78.07             | 196.56               | 210                  | 11/06/2018 | 09/07/2018 | 28   | 93.60            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-EPIC

Msc. Ing. EMOE. Laque Cordova  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO C: Resultados de Resistencia a Compresión del Concreto



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



### PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |
|-----------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------|--|
| PROYECTO  | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |
| TESISTAS  | Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |
| UBICACIÓN | UNA – PUNO  |  |  |  |  |  |  |  |  | FECHA : Agosto 2018 |  |
| f'c       | 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |
| CANTERA   | CANTERA YOCARA  |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION    | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|----------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 1  | CY - 01              | CANTERA YOCARA | 27615 | 14.96    | 175.77            | 157.11               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 74.81            |
| 2  | CY - 02              | CANTERA YOCARA | 26894 | 14.97    | 176.00            | 152.80               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 72.76            |
| 3  | CY - 03              | CANTERA YOCARA | 29614 | 15.04    | 177.65            | 166.70               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 79.38            |
| 4  | CY - 04              | CANTERA YOCARA | 11996 | 9.98     | 78.22             | 153.36               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 73.03            |
| 5  | CY - 05              | CANTERA YOCARA | 12878 | 9.95     | 77.75             | 165.62               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 78.87            |
| 6  | CY - 06              | CANTERA YOCARA | 11910 | 10.00    | 78.54             | 151.65               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 72.21            |
| 7  | CY - 07              | CANTERA YOCARA | 12405 | 9.99     | 78.38             | 158.27               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 75.36            |
| 8  | CY - 08              | CANTERA YOCARA | 11517 | 10.00    | 78.54             | 146.64               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 69.83            |
| 9  | CY - 09              | CANTERA YOCARA | 11179 | 10.09    | 79.96             | 139.81               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 66.58            |
| 10 | CY - 10              | CANTERA YOCARA | 13455 | 10.02    | 78.85             | 170.64               | 210                  | 14/08/2018 | 21/08/2018 | 7    | 81.26            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.

Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-E.P.I.C.  
Msc. Ing. Lino E. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO  |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |
| CANTERA   | : CANTERA YOCARA  |
|           | FECHA : Agosto 2018   |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION    | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|----------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 11 | CY - 11              | CANTERA YOCARA | 33459 | 15.04    | 177.65            | 188.34               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 89.69            |
| 12 | CY - 12              | CANTERA YOCARA | 34799 | 15.01    | 176.95            | 196.67               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 93.65            |
| 13 | CY - 13              | CANTERA YOCARA | 33757 | 14.97    | 176.00            | 191.80               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 91.33            |
| 14 | CY - 14              | CANTERA YOCARA | 15347 | 9.99     | 78.38             | 195.80               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 93.24            |
| 15 | CY - 15              | CANTERA YOCARA | 14752 | 9.97     | 78.07             | 188.97               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 89.98            |
| 16 | CY - 16              | CANTERA YOCARA | 13864 | 10.01    | 78.69             | 176.17               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 83.89            |
| 17 | CY - 17              | CANTERA YOCARA | 15621 | 10.02    | 78.85             | 198.11               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 94.34            |
| 18 | CY - 18              | CANTERA YOCARA | 13745 | 10.00    | 78.54             | 175.01               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 83.34            |
| 19 | CY - 19              | CANTERA YOCARA | 14368 | 10.04    | 79.17             | 181.49               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 86.42            |
| 20 | CY - 20              | CANTERA YOCARA | 14847 | 9.995    | 78.46             | 189.23               | 210                  | 15/08/2018 | 29/08/2018 | 14   | 90.11            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-FICA  
Msc. Ing. Gino Esteban Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |         |                |
|-----------|---|---------|----------------|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |         |                |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |         |                |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO  | FECHA : | Setiembre 2018 |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |         |                |
| CANTERA   | : CANTERA YOCARA  |         |                |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION    | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|----------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 21 | CY - 21              | CANTERA YOCARA | 42907 | 14.89    | 174.13            | 246.41               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 117.34           |
| 22 | CY - 22              | CANTERA YOCARA | 41015 | 14.97    | 176.00            | 233.04               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 110.97           |
| 23 | CY - 23              | CANTERA YOCARA | 39361 | 15.05    | 177.89            | 221.27               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 105.37           |
| 24 | CY - 24              | CANTERA YOCARA | 19249 | 10.01    | 78.69             | 244.60               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 116.48           |
| 25 | CY - 25              | CANTERA YOCARA | 18621 | 9.97     | 78.07             | 238.53               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 113.58           |
| 26 | CY - 26              | CANTERA YOCARA | 17548 | 9.96     | 77.91             | 225.23               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 107.25           |
| 27 | CY - 27              | CANTERA YOCARA | 16874 | 10.02    | 78.85             | 214.00               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 101.90           |
| 28 | CY - 28              | CANTERA YOCARA | 20176 | 10.11    | 80.27             | 251.34               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 119.68           |
| 29 | CY - 29              | CANTERA YOCARA | 17984 | 10.04    | 79.17             | 227.17               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 108.17           |
| 30 | CY - 30              | CANTERA YOCARA | 17509 | 10.07    | 79.64             | 219.85               | 210                  | 13/08/2018 | 10/09/2018 | 28   | 104.69           |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES CIVILES  
Msc. Ing. Mario E. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO  |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |
| CANTERA   | : CANTERA ISLA  |
|           | FECHA : Agosto 2018   |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION  | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|--------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |              | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 1  | CI - 01              | CANTERA ISLA | 27624 | 15.04    | 177.65            | 155.49               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 74.04            |
| 2  | CI - 02              | CANTERA ISLA | 25840 | 14.95    | 175.53            | 147.21               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 70.10            |
| 3  | CI - 03              | CANTERA ISLA | 28487 | 14.99    | 176.47            | 161.42               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 76.87            |
| 4  | CI - 04              | CANTERA ISLA | 12597 | 9.99     | 78.38             | 160.72               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 76.53            |
| 5  | CI - 05              | CANTERA ISLA | 12698 | 10.00    | 78.54             | 161.68               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 76.99            |
| 6  | CI - 06              | CANTERA ISLA | 11954 | 10.03    | 79.01             | 151.30               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 72.05            |
| 7  | CI - 07              | CANTERA ISLA | 13315 | 10.05    | 79.32             | 167.85               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 79.93            |
| 8  | CI - 08              | CANTERA ISLA | 12398 | 9.97     | 78.07             | 158.81               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 75.62            |
| 9  | CI - 09              | CANTERA ISLA | 13103 | 9.88     | 76.66             | 170.91               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 81.39            |
| 10 | CI - 10              | CANTERA ISLA | 12590 | 10.04    | 79.17             | 159.03               | 210                  | 19/08/2018 | 26/08/2018 | 7    | 75.73            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.

Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-FICA

Msc. Ing. Gina Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.**



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |         |                |
|-----------|---|---------|----------------|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. | FECHA : | Setiembre 2018 |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |         |                |
| UBICACIÓN | : UNA - PUNO  |         |                |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |         |                |
| CANTERA   | : CANTERA ISLA  |         |                |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION  | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|--------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |              | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 11 | CI - 11              | CANTERA ISLA | 34848 | 15.07    | 178.36            | 195.38               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 93.04            |
| 12 | CI - 12              | CANTERA ISLA | 32964 | 14.97    | 176.00            | 187.29               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 89.19            |
| 13 | CI - 13              | CANTERA ISLA | 29678 | 15.02    | 177.18            | 167.50               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 79.76            |
| 14 | CI - 14              | CANTERA ISLA | 13945 | 9.98     | 78.22             | 178.27               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 84.89            |
| 15 | CI - 15              | CANTERA ISLA | 16156 | 10.01    | 78.69             | 205.30               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 97.76            |
| 16 | CI - 16              | CANTERA ISLA | 14827 | 10.03    | 79.01             | 187.66               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 89.36            |
| 17 | CI - 17              | CANTERA ISLA | 14418 | 9.99     | 78.38             | 183.95               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 87.59            |
| 18 | CI - 18              | CANTERA ISLA | 13987 | 9.98     | 78.22             | 178.81               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 85.15            |
| 19 | CI - 19              | CANTERA ISLA | 14259 | 9.97     | 78.07             | 182.65               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 86.98            |
| 20 | CI - 20              | CANTERA ISLA | 15566 | 10.04    | 79.17             | 196.62               | 210                  | 18/08/2018 | 01/09/2018 | 14   | 93.63            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
 Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-EPIC  
  
 Msc. Ing. Gino E. Laque Córdova  
 JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |       |                  |
|-----------|---|-------|------------------|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |       |                  |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |       |                  |
| UBICACIÓN | : UNA - PUNO  | FECHA | : Setiembre 2018 |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |       |                  |
| CANTERA   | : CANTERA ISLA  |       |                  |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION  | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|--------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |              | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 21 | CI - 21              | CANTERA ISLA | 36718 | 14.91    | 174.60            | 210.30               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 100.14           |
| 22 | CI - 22              | CANTERA ISLA | 38148 | 14.89    | 174.13            | 219.08               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 104.32           |
| 23 | CI - 23              | CANTERA ISLA | 18842 | 10.02    | 78.85             | 238.95               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 113.79           |
| 24 | CI - 24              | CANTERA ISLA | 16293 | 10.03    | 79.01             | 206.22               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 98.20            |
| 25 | CI - 25              | CANTERA ISLA | 17329 | 9.97     | 78.07             | 221.98               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 105.70           |
| 26 | CI - 26              | CANTERA ISLA | 18298 | 9.98     | 78.22             | 233.92               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 111.39           |
| 27 | CI - 27              | CANTERA ISLA | 16908 | 10.00    | 78.54             | 215.29               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 102.52           |
| 28 | CI - 28              | CANTERA ISLA | 18697 | 10.01    | 78.69             | 237.59               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 113.14           |
| 29 | CI - 29              | CANTERA ISLA | 18540 | 9.99     | 78.38             | 236.54               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 112.64           |
| 30 | CI - 30              | CANTERA ISLA | 18822 | 9.89     | 76.82             | 245.02               | 210                  | 17/08/2018 | 14/09/2018 | 28   | 116.67           |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.  
Msc. Ing. Gino E. Laque Cordova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN | : UNA - PUNO  |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |
| CANTERA   | : CANTERA UNOCOLLA  |
|           | FECHA : Agosto 2018   |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION      | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                  | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 1  | CU - 01              | CANTERA UNOCOLLA | 26315 | 15.04    | 177.65            | 148.13               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 70.54            |
| 2  | CU - 02              | CANTERA UNOCOLLA | 26754 | 14.97    | 176.00            | 152.01               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 72.39            |
| 3  | CU - 03              | CANTERA UNOCOLLA | 27154 | 14.89    | 174.13            | 155.94               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 74.26            |
| 4  | CU - 04              | CANTERA UNOCOLLA | 11597 | 9.98     | 78.22             | 148.25               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 70.60            |
| 5  | CU - 05              | CANTERA UNOCOLLA | 9978  | 10.00    | 78.54             | 127.05               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 60.50            |
| 6  | CU - 06              | CANTERA UNOCOLLA | 12867 | 10.07    | 79.64             | 161.56               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 76.93            |
| 7  | CU - 07              | CANTERA UNOCOLLA | 10229 | 10.03    | 79.01             | 129.47               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 61.65            |
| 8  | CU - 08              | CANTERA UNOCOLLA | 9851  | 9.98     | 78.22             | 125.93               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 59.97            |
| 9  | CU - 09              | CANTERA UNOCOLLA | 10024 | 10.00    | 78.46             | 127.76               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 60.84            |
| 10 | CU - 10              | CANTERA UNOCOLLA | 9835  | 9.97     | 78.07             | 125.98               | 210                  | 24/08/2018 | 31/08/2018 | 7    | 59.99            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES CIVILES  
Msc. Ing. Gino E. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |       |                  |
|-----------|---|-------|------------------|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |       |                  |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |       |                  |
| UBICACIÓN | : UNA - PUNO  | FECHA | : Setiembre 2018 |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |       |                  |
| CANTERA   | : CANTERA UNOCOLLA  |       |                  |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION      | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                  | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 11 | CU - 11              | CANTERA UNOCOLLA | 29751 | 14.95    | 175.53            | 169.49               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 80.71            |
| 12 | CU - 12              | CANTERA UNOCOLLA | 30647 | 15.08    | 178.60            | 171.60               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 81.71            |
| 13 | CU - 13              | CANTERA UNOCOLLA | 28956 | 14.89    | 174.13            | 166.29               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 79.19            |
| 14 | CU - 14              | CANTERA UNOCOLLA | 14756 | 10.00    | 78.54             | 187.88               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 89.47            |
| 15 | CU - 15              | CANTERA UNOCOLLA | 13184 | 10.02    | 78.85             | 167.20               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 79.62            |
| 16 | CU - 16              | CANTERA UNOCOLLA | 14441 | 9.97     | 78.07             | 184.98               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 88.09            |
| 17 | CU - 17              | CANTERA UNOCOLLA | 12948 | 9.95     | 77.75             | 166.53               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 79.30            |
| 18 | CU - 18              | CANTERA UNOCOLLA | 13870 | 10.01    | 78.69             | 176.25               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 83.93            |
| 19 | CU - 19              | CANTERA UNOCOLLA | 14172 | 9.99     | 78.30             | 180.99               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 86.19            |
| 20 | CU - 20              | CANTERA UNOCOLLA | 12928 | 9.97     | 78.07             | 165.60               | 210                  | 23/08/2018 | 06/09/2018 | 14   | 78.86            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.

Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

Msc. Ing. Gino E. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |         |                |
|-----------|---|---------|----------------|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |         |                |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |         |                |
| UBICACIÓN | : UNA - PUNO  | FECHA : | Setiembre 2018 |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |         |                |
| CANTERA   | : CANTERA UNOCOLLA  |         |                |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION      | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                  | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 21 | CU - 21              | CANTERA UNOCOLLA | 39847 | 14.97    | 176.00            | 226.40               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 107.81           |
| 22 | CU - 22              | CANTERA UNOCOLLA | 35960 | 15.02    | 177.18            | 202.96               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 96.65            |
| 23 | CU - 23              | CANTERA UNOCOLLA | 34587 | 14.95    | 175.53            | 197.04               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 93.83            |
| 24 | CU - 24              | CANTERA UNOCOLLA | 16548 | 9.99     | 78.38             | 211.12               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 100.54           |
| 25 | CU - 25              | CANTERA UNOCOLLA | 15873 | 10.00    | 78.54             | 202.11               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 96.24            |
| 26 | CU - 26              | CANTERA UNOCOLLA | 17764 | 10.02    | 78.85             | 225.28               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 107.28           |
| 27 | CU - 27              | CANTERA UNOCOLLA | 16491 | 10.05    | 79.32             | 207.89               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 99.00            |
| 28 | CU - 28              | CANTERA UNOCOLLA | 16083 | 9.97     | 78.07             | 206.02               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 98.10            |
| 29 | CU - 29              | CANTERA UNOCOLLA | 17945 | 9.99     | 78.30             | 229.18               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 109.13           |
| 30 | CU - 30              | CANTERA UNOCOLLA | 16977 | 10.04    | 79.17             | 214.45               | 210                  | 22/08/2018 | 19/09/2018 | 28   | 102.12           |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.

Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C.

Msc. Ing. Gino E. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN | : UNA – PUNO  |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |
| CANTERA   | : CANTERA PIEDRA AZUL   |
|           | FECHA : Agosto 2018   |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION         | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|---------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                     | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 1  | CPA - 01             | CANTERA PIEDRA AZUL | 27168 | 15.01    | 176.95            | 153.54               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 73.11            |
| 2  | CPA - 02             | CANTERA PIEDRA AZUL | 25085 | 14.97    | 176               | 142.53               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 67.87            |
| 3  | CPA - 03             | CANTERA PIEDRA AZUL | 25947 | 15.08    | 178.6             | 145.28               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 69.18            |
| 4  | CPA - 04             | CANTERA PIEDRA AZUL | 14054 | 10.01    | 78.695            | 178.59               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 85.04            |
| 5  | CPA - 05             | CANTERA PIEDRA AZUL | 12805 | 10.03    | 79.009            | 162.07               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 77.18            |
| 6  | CPA - 06             | CANTERA PIEDRA AZUL | 13225 | 9.99     | 78.381            | 168.73               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 80.35            |
| 7  | CPA - 07             | CANTERA PIEDRA AZUL | 12554 | 9.97     | 78.067            | 160.81               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 76.58            |
| 8  | CPA - 08             | CANTERA PIEDRA AZUL | 11375 | 10.02    | 78.852            | 144.26               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 68.69            |
| 9  | CPA - 09             | CANTERA PIEDRA AZUL | 12899 | 9.97     | 78.067            | 165.23               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 78.68            |
| 10 | CPA - 10             | CANTERA PIEDRA AZUL | 11348 | 10.04    | 79.167            | 143.34               | 210                  | 18/08/2018 | 25/08/2018 | 7    | 68.26            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C.  
Msc. Ing. César Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |         |             |
|-----------|---|---------|-------------|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |         |             |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |         |             |
| UBICACIÓN | : UNA - PUNO  | FECHA : | Agosto 2018 |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |         |             |
| CANTERA   | : CANTERA PIEDRA AZUL   |         |             |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION         | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|---------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                     | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 11 | CPA - 11             | CANTERA PIEDRA AZUL | 33701 | 14.97    | 176               | 191.48               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 91.18            |
| 12 | CPA - 12             | CANTERA PIEDRA AZUL | 34105 | 14.89    | 174.13            | 195.86               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 93.27            |
| 13 | CPA - 13             | CANTERA PIEDRA AZUL | 33847 | 15.04    | 177.65            | 190.52               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 90.73            |
| 14 | CPA - 14             | CANTERA PIEDRA AZUL | 13942 | 9.99     | 78.381            | 177.88               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 84.70            |
| 15 | CPA - 15             | CANTERA PIEDRA AZUL | 14665 | 10.01    | 78.695            | 186.35               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 88.74            |
| 16 | CPA - 16             | CANTERA PIEDRA AZUL | 15176 | 10.04    | 79.167            | 191.70               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 91.28            |
| 17 | CPA - 17             | CANTERA PIEDRA AZUL | 14574 | 9.98     | 78.224            | 186.31               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 88.72            |
| 18 | CPA - 18             | CANTERA PIEDRA AZUL | 15497 | 9.99     | 78.381            | 197.71               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 94.15            |
| 19 | CPA - 19             | CANTERA PIEDRA AZUL | 14551 | 9.965    | 77.989            | 186.58               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 88.85            |
| 20 | CPA - 20             | CANTERA PIEDRA AZUL | 15570 | 9.95     | 77.754            | 200.25               | 210                  | 17/08/2018 | 31/08/2018 | 14   | 95.36            |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C.  
Msc. Ing. Cirilo E. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.**



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO  | : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE CUATRO CANTERAS ALEDAÑAS A LA CIUDAD DE JULIACA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES. |
| TESISTAS  | : Bach. PERCY ARAPA MAMANI – Bach. WASHINGTON WILVER MAMANI CAIRA   |
| UBICACIÓN | : UNA - PUNO <span style="float: right;">FECHA : Setiembre 2018</span>  |
| f'c       | : 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |
| CANTERA   | : CANTERA PIEDRA AZUL   |

| N° | REGISTRO DE PROBETAS | DESCRIPCION         | CARGA | DIAMETRO | AREA              | ESF. ROTURA          | f'c                  | FECHA      | FECHA      | EDAD | % DE RESISTENCIA |
|----|----------------------|---------------------|-------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|------|------------------|
|    |                      |                     | Kg.   | cm.      | cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | Kg/cm <sup>2</sup> . | VACIADO    | ROTUTA     | DIAS |                  |
| 21 | CPA - 21             | CANTERA PIEDRA AZUL | 43669 | 14.89    | 174.13            | 250.79               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 119.42           |
| 22 | CPA - 22             | CANTERA PIEDRA AZUL | 44721 | 14.91    | 174.6             | 256.14               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 121.97           |
| 23 | CPA - 23             | CANTERA PIEDRA AZUL | 45127 | 15.15    | 180.26            | 250.34               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 119.21           |
| 24 | CPA - 24             | CANTERA PIEDRA AZUL | 17257 | 9.97     | 78.067            | 221.05               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 105.26           |
| 25 | CPA - 25             | CANTERA PIEDRA AZUL | 17889 | 9.98     | 78.224            | 228.69               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 108.90           |
| 26 | CPA - 26             | CANTERA PIEDRA AZUL | 20176 | 10.01    | 78.695            | 256.38               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 122.09           |
| 27 | CPA - 27             | CANTERA PIEDRA AZUL | 18145 | 10.03    | 79.009            | 229.66               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 109.36           |
| 28 | CPA - 28             | CANTERA PIEDRA AZUL | 18967 | 10.03    | 79.009            | 240.06               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 114.31           |
| 29 | CPA - 29             | CANTERA PIEDRA AZUL | 17969 | 9.89     | 76.819            | 233.91               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 111.39           |
| 30 | CPA - 30             | CANTERA PIEDRA AZUL | 18975 | 9.97     | 78.067            | 243.06               | 210                  | 16/08/2018 | 13/09/2018 | 28   | 115.74           |

**OBSERVACIONES:** Para la nivelación se usó el componente ECONOPAC.  
 Ensayos Realizados bajo la NORMA ASTM C39.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C.

Msc. Ing. Cirilo E. Laque Cordova  
 JEFE DE LABORATORIO