



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL  
CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS  
DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS  
DE CONSTRUCCIÓN PUNO 2018”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
ELMER QUISPE OJEDA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

*Quiero dedicar este trabajo, a las personas más importantes de mi vida, a mis padres Fortunato y Teresa, por haber sido mi apoyo incondicional en mi formación profesional...*

***Elmer.***

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, por haberme dado la vida, fuerza y valor para culminar el presente trabajo.*

*A la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS, por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.*

*A mi Director de Tesis, Ing. Gilmer Salas Madera, por el apoyo incesante en la elaboración y concepción de este proyecto.*

*A toda mi familia, por el apoyo infinito e incondicional y aliento constante.*

*A los siguientes jurados, Mg. Fidel Gomel Ticona, Mg. Alfredo Alarcon Atahuachi y al Ing. Fausto Ponciano Mamani Mamani, por la aprobación final de la tesis.*

**Elmer**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó esencialmente en el laboratorio de suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas Filial Juliaca; con el apoyo de Asesoría y los servicios de la empresa “Laboratorios Geotecnia Puno EIRL” entre los meses de Mayo y Setiembre del 2018, con el propósito principal de analizar y comparar la calidad del concreto, elaborados con los agregados de Rio Guitarrane que tiene un color característico Amarillo y que está ubicado en las cuenca del Rio Huancané y la de la cantera Isla que tiene un color común Gris, ubicado en la ciudad de Juliaca perteneciente a la cuenca del rio Coata.

La investigación consistió en acudir a las canteras mencionadas y obtener agregado con el consentimiento de los propietarios de las mismas, estas muestras fueron llevadas a los Laboratorios. En donde pasaron por diversos ensayos con la finalidad de obtener sus propiedades físicas y mecánicas para luego comparar las características, propiedades físicas, diseño de mezcla y principalmente la resistencia a la compresión de los testigos de concretos.

Una vez obtenidas las propiedades de las muestras en estudio se procedió a realizar el cálculo de la dosificación para el concreto de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> resistencias a compresión mediante el método A.C.I. (American Concrete Institute), con la norma A.C.I. 211.1, basada en la norma ASTM C33, donde se explica el procedimiento para optimizar la granulometría en las mezclas de concreto; se elaboraron 20 probetas de concreto para ambas canteras y todos con un asentamiento de 3” a 4” que es el concreto más común empleado en obras de construcción. Finalmente estos cilindros fueron ensayados a la edad de 7, 14, 28 días; para obtener su respectiva resistencia a la compresión y comprobar si cumplían con lo establecido por la dosificación aplicada. Con un curado a una temperatura promedio de 13°C (temperatura del agua y del medio normal en nuestra zona), utilizando cemento Portland Puzolánico IP.

## **ABSTRACT**

The present research work was carried out essentially in the soil laboratory of the Professional school of Civil Engineering of the Alas Peruanas University, Juliaca Branch; with the support of Advisory and the services of the Company "Laboratorios Geotecnias Puno" between the months of may and setember of 2018, with the main purpose of analyzing and comparing the quality of the concrete, made withthe aggregates of Rio Guitarrane that has a color characteristic yellow and that is located in the basin of the Huancane River and that of the quarry Island that has a common color Gray. Locatedin the city of Juliaca belonging to thr Coata River basin.

The investigation consisted of going to the mentioned quarries and obtaining added with the consent of the owners of the same, these samples were taken to the Laboratories. Where they went through various tests in orden to aotain their physical and mechanical properties to then compare the characteristics, physical properties, desing of the mixture and mainly the resistance to compression of the concrete.

Once the properties of samples under study were obtained, the calculation of the dosage for the concrete of  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> compressive strengths by the method A.C.I.(American Concrete Institute), With the A.C.I 211.1 based on the ASTM C33 standard which explains the procedure to optimize the granulometry in concrete mixtures; 20 concrete specimens were prepared for both quarries and all with a settlement of 3" to 4" which is the most common concrete used in construction Works. Finally, these cylinders were tested at the age of 7, 14,28 days to obtain their respective resitance to compression and check if they men the established by the dosage applied. With a cure at an averege temperatura of 13° C (wáter temperatura an the normal environment in our área). Using Porland IP cement.

# ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	iii
<b>ABSTRACT</b>	iv
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	v
<b>ÍNDICE TABLAS</b>	xi
<b>ÍNDICE FIGURAS</b>	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b>	xv

## CAPÍTULO I

<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2.1. Delimitación Temporal	4
1.2.2. Delimitación Social	4
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.3.1. Problema General	5
1.3.2. Problemas Especificas	5
1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	6
1.5. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES	6
1.5.1. Justificación Teórica	6
1.5.2. Justificación Practica	7
1.5.3. Justificación Técnica	8
1.5.4. Justificación Social	9
1.5.5. Importancia	9
1.5.6. Limitaciones	9
1.5.7. Factibilidad	10

## CAPÍTULO II

<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	11
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	13
2.2. CALIDAD DEL CONCRETO	19
2.3. RESISTENCIA	19
2.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	20
2.3.2. RESISTENCIA A TRACCIÓN DEL CONCRETO	20

2.4.	CONCRETO.	21
2.4.1.	IMPORTANCIA DEL CONCRETO	22
2.4.2.	PROPIEDADES DEL CONCRETO	23
2.4.2.1.	PROPIEDADES EN ESTADO PLÁSTICO	23
2.4.2.2.	PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO	26
2.4.3.	COMPONENTES DEL CONCRETO.	29
2.5.	CEMENTO	30
2.5.1.	DEFINICIÓN DEL CLINKER:	31
2.5.2.	CLASIFICACIÓN DE CEMENTO PORTLAND	31
2.5.3.	CEMENTOS PORTLAND ADICIONADOS:	33
2.5.4.	COMPUESTOS PRINCIPALES DEL CEMENTO PORTLAND	33
2.5.5.	PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND IP.	34
2.5.6.	CEMENTOS EN EL PERÚ.	36
2.5.7.	NORMAS TÉCNICAS PERUANAS.	37
2.6.	AGUA.	39
2.7.	LOS AGREGADOS.	41
2.7.1.	CLASIFICACIÓN POR SUS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS.	42
2.7.2.	POR SU NATURALEZA Y ORIGEN.	42
2.7.3.	POR SU DENSIDAD.	44
2.7.4.	POR EL ORIGEN, FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL.	44
2.7.5.	POR SUS PROPIEDADES FÍSICAS.	45
2.7.6.	POR SU PROCEDENCIA.	46
2.7.7.	POR SU COMPOSICIÓN MINERALOGICA.	46
2.7.8.	POR SU TAMAÑO.	47
2.7.9.	POR SU COLOR.	47
2.7.10.	POR SU PESO.	48
2.8.	AGREGADO FINO.	48
2.8.1.	GRANULOMETRÍA (NTP 400.012),(MTC E 204)	49
2.8.2.	MÓDULO DE FINEZA (NTP 400.011)	52
2.8.3.	CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.016),(MTC E 215)	53
2.8.4.	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022),(MTC E 205)	54
2.8.4.1.	PESO ESPECÍFICO DE MASA (Pem)	55
2.8.4.2.	PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (SSS)	55
2.8.4.3.	PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea)	56
2.8.5.	ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022),(MTC E 205)	57
2.8.6.	PESO UNITARIO (NTP 400.017),(MTC E 203)	57
2.8.6.1.	PESO UNITARIO SUELTO: (P.U.S.)	58
2.8.6.2.	PESO UNITARIO COMPACTADO: (P.U.C.)	59
2.9.	AGREGADO GRUESO.	59
2.9.1.	GRANULOMETRÍA (NTP 400.012),(MTC E 204)	60
2.9.2.	TAMAÑO MÁXIMO.	62

2.9.3.	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO .....	62
2.9.4.	MÓDULO DE FINEZA (NTP 400.011).....	63
2.9.5.	CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185) ,(MTC E 215) .....	64
2.9.6.	PESO ESPECÍFICO (NTP 400.021),(MTC E 206) .....	64
2.9.6.1.	Peso Específico De Los Solidos Agregado Grueso .....	65
2.9.6.2.	Peso Específico De Solidos Saturado Superficialmente Seca.....	65
2.9.6.3.	Peso Específico Aparente .....	65
2.9.7.	ABSORCIÓN (NTP 400.021),(MTC E 206).....	65
2.9.8.	PESO UNITARIO (NTP 400.017),(MTC E 203) .....	66
2.9.8.1.	Peso Unitario Suelto. ....	66
2.9.8.2.	Peso Unitario Compactado .....	66
2.9.9.	ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGASTE (NTP 400.019),(MTC E 207). ....	67
2.9.10.	ENSAYO DE DURABILIDAD (MTC E 209).....	69
2.10.	DISEÑO DE MEZCLA .....	70
2.10.1.	DEFINICIÓN Y CONCEPTOS GENERALES.....	70
2.10.2.	MÉTODO DEL ACI. ....	71
2.10.3.	MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS. ....	76
2.10.4.	MÉTODO DE FULLER .....	77
2.10.5.	MÉTODO DE WALKER. ....	77
2.10.6.	MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL. ....	79
2.11.	ELABORACION DE PROBETAS.....	84
2.11.1.	DETERMINACION DE LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES PARA LOS VACIADOS.....	84
2.11.2.	DE LA COLOCACION DEL CONCRETO FRESCO A LOS MOLDES.....	84
2.12.	AGUA PARA CURADO .....	84
2.13.	MÉTODOS DE CURADO.....	85
2.13.1.	Curado Con Agua.....	85
2.13.2.	Inmersión. ....	85
2.13.3.	Aspersión.....	86
2.13.4.	Costales, carpetas de algodón y alfombras.....	86
2.13.5.	Curado con tierra. ....	86
2.13.6.	Arena y Aserrín. ....	86
2.13.7.	Paja o Heno. ....	86
2.14.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO (NTP 339.034, ASTM C-39,MTC E 704) .....	87
2.15.	ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE (ROTURA DE BRIQUETAS).....	88
2.15.1.	Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto .....	89
2.15.2.	Preparación de equipos para medir las deformaciones del concreto, a través del ensayo de compresión simple.....	90
2.15.3.	Prensa hidráulica de concreto .....	91
2.16.	TIPO DE FRACTURA .....	91
2.17.	MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS (MTC E 101).....	92
2.18.	ANALISIS PETROGRAFICO DE AGREGADOS.....	92



2.19. ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (NTP 339.084),(MTC E 708).	93
2.20. CONSIDERACIONES DE UNA INVESTIGACION DESCRIPTIVA	94
2.21. HIPOTESIS DESCRIPTIVO	94

## **CAPÍTULO III**

### **HIPOTESIS Y VARIABLES**

3.1. HIPÓTESIS	95
3.1.1. Hipótesis General	95
3.1.2. Hipótesis Especifico	95
3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	95
3.2.1. DIMENSIONES	96
3.2.2. INDICADORES	96

## **CAPÍTULO IV**

<b>PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO</b>	99
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	99
4.2. NIVEL DE INVESTIGACION	99
4.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	100
4.4. MÉTODO	100
4.5. DISEÑO DE INGENIERÍA	101
4.6. POBLACIÓN Y MUESTRA	103

## **CAPÍTULO V**

<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	106
5.1 DESCRIPCION	106
5.2 CEMENTO	106
5.3 AGUA.	107
5.4 PROCEDENCIA DE AGREGADOS DE COLOR AMARILLO Y COLOR GRIS, ENSAYOS DEL MATERIAL A UTILIZAR EN EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN.	107
5.4.1. CANTERA RIO GUITARRANE	107
5.4.2. CANTERA ISLA	108
5.4.3. CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS	109
5.5 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA	110
5.6 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	111
5.6.1 SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS PROCEDENTES DE LAS CANTERAS RIO GUITARRANE E ISLA.	111
5.7 ESTUDIO DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DEL RIO GUITARRANE E ISLA.	112
5.7.1. MUESTREO DEL AGREGADO FINO	112

5.7.2.	AGREGADO FINO.....	112
5.7.2.1	GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012),(MTC E 204) .....	114
5.7.2.2	MÓDULO DE FINEZA (NTP 400.011) .....	118
5.7.2.3	CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185),(MTC E 215).....	118
5.7.2.4	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022),(MTC E 205) .....	120
5.7.2.5	PESO ESPECÍFICO .....	123
5.7.2.6	PESO UNITARIO. (ASTM C-29, NTP 400.017),(MTC E 203).....	126
5.7.3.	AGREGADO GRUESO.....	129
5.7.3.1	GRANULOMETRIA (NTP 400.012),(MTC E 204),(MTC E 204).....	129
5.7.3.2	TAMAÑO MÁXIMO.....	134
5.7.3.3	TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO. ....	134
5.7.3.4	MÓDULO DE FINEZA (NTP 400.011).....	136
5.7.3.5	CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.016) .....	136
5.7.3.6	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.021),(MTC E 206) .....	137
5.7.3.7	PESO UNITARIO. (ASTM C-29, NTP 400.017),(MTC E 203).....	142
5.7.3.8	DESGASTE DE BRASION (ASTM C131 Gradación A),(MTC E 207).....	145
5.7.3.9	ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88),(MTC E 209).....	145
5.8	PREPARACION DEL CONCRETO. ....	145
5.9	DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO .....	146
5.9.1	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PREPARADO CON AGREGADO DE LA CANTERA RIO GUITARRANI (COLOR AMARILLO) E ISLA (GRIS).....	147
5.10	DETERMINACION DE LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES PARA LOS VACIADOS .....	158
5.11	PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO .....	159
5.12	ENSAYO DE REVENIMIENTO O ASENTAMIENTO EN EL CONO DE ABRAMS (ASTM-C143),(MTC E 705) .....	160
5.13	ELABORACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (Moldeado De Los Cilindros De Prueba).....	162
5.14	CURADO DE PROBETAS.....	163
5.15	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39) .....	163
5.16	TOMA DE DATOS DE ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS .....	164
5.16.1.	CONCRETO PREPARADO CON LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE LA CANTERA RIO GUITARRANE (COLOR AMARILLO) ENSAYADOS A LOS 7, 14, Y 28 DÍAS.....	164
5.16.2.	CONCRETO PREPARADO CON LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE LA CANTERA ISLA (COLOR GRIS) ENSAYADOS A LOS 7, 14, Y 28 DÍAS.....	165

## **CAPÍTULO VI**

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	166
6.1. TABLAS DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO .....	166
6.2. TABLAS DE RESULTADOS DE DISEÑO DE MEZCLA DE LOS AGREGADOS DE ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO.....	169

6.3.	TABLAS COMPARATIVOS DE RESULTADOS DE CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS DE ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO.....	172
6.4.	TABLAS COMPARATIVOS DE RESULTADOS DE DISEÑO DE MEZCLA DE LOS AGREGADOS DE ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO.....	175
6.5.	TABLAS COMPARATIVOS DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS AGREGADOS DE ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO.....	176
6.6.	PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS. ....	182
6.6.1.	HIPOTESIS GENERAL.....	182
6.6.2.	HIPOTESIS ESPECÍFICAS. ....	183

## **CAPÍTULO VII**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>185</b>
<b>CONCLUSIONES. ....</b>	<b>185</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>188</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>190</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>192</b>

## ÍNDICE TABLAS

<b>TABLA 2.1:</b>	<b>Clases de Asentamiento .....</b>	<b>23</b>
<b>TABLA 2.2:</b>	<b>Requisitos para el agua de mezcla. Sustancias disueltas Valor máximo admisible (partes por millón) .....</b>	<b>39</b>
<b>TABLA 2.3:</b>	<b>Requisitos granulométricos para el agregado fino.....</b>	<b>51</b>
<b>TABLA 2.5:</b>	<b>Masa y número de bolas de Acero .....</b>	<b>68</b>
<b>TABLA 2.6:</b>	<b>Porcentaje máximo de pérdida de masa (5 ciclos).....</b>	<b>70</b>
<b>TABLA 2.7:</b>	<b>Resistencia A La Compresión Promedio Con Desviación Estándar.....</b>	<b>72</b>
<b>TABLA 2.8:</b>	<b>Resistencia A La Compresión Promedio.....</b>	<b>72</b>
<b>TABLA 2.9:</b>	<b>Selección de la consistencia y asentamiento .....</b>	<b>73</b>
<b>TABLA 2.10:</b>	<b>Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados .....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 2.11:</b>	<b>Contenido de Aire atrapado.....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 2.12:</b>	<b>Selección de la relación agua/cemento por resistencia .....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 2.13:</b>	<b>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....</b>	<b>75</b>
<b>TABLA 2.14:</b>	<b>Porcentaje De Agregado Fino .....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 2.15:</b>	<b>Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas y la resistencia a los 28 días. ....</b>	<b>89</b>
<b>TABLA 2.16:</b>	<b>Coefficiente de Variación y Desviación Estándar .....</b>	<b>90</b>
<b>TABLA 5.1.</b>	<b>Propiedades Químicas y Mecánicas del Concreto.....</b>	<b>107</b>
<b>TABLA 5.2.</b>	<b>Características Geométricas y Morfológicas.(Cualitativas) .....</b>	<b>109</b>
<b>TABLA 5.3.</b>	<b>Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....</b>	<b>116</b>
<b>TABLA 5.4.</b>	<b>Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino de la Cantera Isla(Color Gris). ....</b>	<b>117</b>
<b>TABLA 5.5.</b>	<b>Contenido de humedad del agregado fino de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....</b>	<b>119</b>
<b>TABLA 5.6.</b>	<b>Contenido de humedad del agregado fino de la Cantera Isla (Color Gris).....</b>	<b>119</b>
<b>TABLA 5.7.</b>	<b>Datos obtenidos en el laboratorio para el cálculo del peso específico y Absorción del agregado fino. Cantera Rio Guitarrane. (Color Amarillo).....</b>	<b>124</b>
<b>TABLA 5.8.</b>	<b>Resultados del cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado fino. Cantera Rio Guitarrane. (Color Amarillo).....</b>	<b>125</b>
<b>TABLA 5.9.</b>	<b>Datos obtenidos en el laboratorio para el cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado fino. Cantera Isla (Color Gris).....</b>	<b>125</b>
<b>TABLA 5.10.</b>	<b>Resultados del cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado fino. Cantera Isla. (Color Gris).....</b>	<b>126</b>
<b>TABLA 5.11.</b>	<b>Resultados del cálculo del peso unitario suelto del agregado fino de la Cantera Rio Guitarrane. (Color Amarillo).....</b>	<b>128</b>
<b>TABLA 5.12.</b>	<b>Resultados del cálculo del peso unitario compactado del agregado fino de la Cantera Rio Guitarrane. (Color Amarillo).....</b>	<b>128</b>

<b>TABLA 5.13.</b>	<b>Resultados del cálculo del peso unitario suelto del agregado fino de la Cantera Isla. (Color Gris) .....</b>	<b>128</b>
<b>TABLA 5.14.</b>	<b>Resultados del cálculo del peso unitario compactado del agregado fino de la Cantera Isla. (Color Gris).....</b>	<b>128</b>
<b>TABLA 5.15.</b>	<b>Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grueso de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....</b>	<b>131</b>
<b>TABLA 5.16.</b>	<b>Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grueso de la Cantera Isla (Color Gris).....</b>	<b>132</b>
<b>TABLA 5.17.</b>	<b>Contenido de humedad del agregado grueso de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....</b>	<b>137</b>
<b>TABLA 5.18.</b>	<b>Contenido de humedad del agregado grueso de la Cantera Isla (Color Gris).....</b>	<b>137</b>
<b>TABLA 5.19.</b>	<b>Datos obtenidos en el laboratorio para el cálculo del peso específico y Absorción del agregado grueso. Cantera Rio Guitarrane. (Color Amarillo).....</b>	<b>140</b>
<b>TABLA 5.20.</b>	<b>Resultados del cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado grueso. Cantera Rio Guitarrane. (Color Amarillo).....</b>	<b>141</b>
<b>TABLA 5.21.</b>	<b>Datos obtenidos en el laboratorio para el cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado grueso. Cantera Isla (Color Gris). .....</b>	<b>141</b>
<b>TABLA 5.22.</b>	<b>Resultados del cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado grueso. Cantera Isla. (Color Gris).....</b>	<b>142</b>
<b>TABLA 5.23.</b>	<b>Resultados del cálculo del peso unitario suelto del agregado grueso de la Cantera Rio Guitarrane. (Color Amarillo).....</b>	<b>143</b>
<b>TABLA 5.24.</b>	<b>Resultados del cálculo del peso unitario compactado del agregado grueso de la Cantera Rio Guitarrane. (Color Amarillo).....</b>	<b>143</b>
<b>TABLA 5.25.</b>	<b>Resultados del cálculo del peso unitario suelto del agregado fino de la Cantera Isla. (Color Gris) .....</b>	<b>144</b>
<b>TABLA 5.26.</b>	<b>Resultados del cálculo del peso unitario compactado del agregado fino de la Cantera Isla. (Color Gris).....</b>	<b>144</b>
<b>TABLA 5.27.</b>	<b>Datos de los agregados para el diseño de mezcla para cantera Rio Guitarrane, según el método ACI 211.1 .....</b>	<b>146</b>
<b>TABLA 5.28.</b>	<b>Datos de los agregados para el diseño de mezcla para cantera Isla, según el método ACI 211.1.....</b>	<b>146</b>
<b>TABLA 5.29.</b>	<b>Selección de la resistencia a compresión requerida cuando no se tienen datos Disponibles para establecer la desviación estándar (Cantera Rio Guitarrane y cantera Isla).....</b>	<b>147</b>
<b>TABLA 5.30.</b>	<b>Selección de la consistencia y asentamiento (Cantera Rio Guitarrane y Cantera Isla)</b>	
<b>TABLA 5.31.</b>	<b>Volumen Unitario de Agua (Cantera Rio Guitarrane y Cantera Isla) .....</b>	<b>149</b>
<b>TABLA 5.32.</b>	<b>Contenido de Aire atrapado (Cantera Rio Guitarrane y Cantera Isla) .....</b>	<b>149</b>
<b>TABLA 5.33.</b>	<b>Selección de la relación agua/cemento por resistencia (Cantera Rio Guitarrane y Cantera Isla).....</b>	<b>150</b>
<b>TABLA 5.34.</b>	<b>Valores para interpolación (Cantera Rio Guitarrane y cantera Isla) .....</b>	<b>150</b>
<b>TABLA 5.35.</b>	<b>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto (Cantera Rio Guitarrane y Cantera Isla).....</b>	<b>151</b>
<b>TABLA 5.36.</b>	<b>Valores para interpolación (Cantera Rio Guitarrane) .....</b>	<b>151</b>
<b>TABLA 5.37.</b>	<b>Volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso (Cantera Rio Guitarrane).....</b>	<b>153</b>
<b>TABLA 5.38.</b>	<b>Volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso (Cantera Isla).....</b>	<b>154</b>
<b>TABLA 5.39.</b>	<b>Peso de materiales para el vaciado de testigos de concreto (Rio Guitarrane).....</b>	<b>159</b>

TABLA 5.40.	Peso de materiales para el vaciado de testigos de concreto (Rio Isla).....	159
TABLA 5.41.	Análisis de la consistencia de la mezcla con el cono de Abrams. Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....	161
TABLA 5.42.	Análisis de la consistencia de la mezcla con el cono de Abrams. Cantera Isla (Color Gris).....	161
TABLA 5.43.	TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA RIO GUITARRANE (COLOR AMARILLO).....	164
TABLA 5.44.	TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA RIO GUITARRANE (COLOR AMARILLO).....	164
TABLA 5.45.	TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA RIO GUITARRANE (COLOR AMARILLO).....	164
TABLA 5.46.	TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA ISLA (COLOR GRIS). .....	165
TABLA 5.47.	TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA ISLA (COLOR GRIS). .....	165
TABLA 5.48.	TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA ISLA (COLOR GRIS). .....	165
TABLA 6.1.	Resultado de Características Geométricas y Morfológicas. Cantera Rio Guitarrane. ....	166
TABLA 6.2.	Resultado de Características Geométricas y Morfológicas. Cantera Isla .....	166
TABLA 6.3.	Resultados de Propiedades Físicas del Agregado Fino y Grueso. Rio Guitarrane.....	167
TABLA 6.4.	Resultados de Propiedades Físicas del Agregado Fino y Grueso. Cantera Isla .....	168
TABLA 6.5.	Resultado de Peso Materiales por m3 de Concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ Cantera Rio Guitarrane. "Amarillo" .....	169
TABLA 6.6.	Resultados de Peso de Materiales por Bolsa de 42.50Kg Concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ Cantera Rio Guitarrane. "Amarillo" .....	170
TABLA 6.7.	Resultados de Peso Materiales por m3 de Concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ Cantera Isla. "Gris" .....	171
TABLA 6.8.	Resultados de Peso de Materiales por Bolsa de 42.50Kg Concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ Cantera Isla. "Gris" .....	171
TABLA 6.9.	Comparativo de Resultado de las Características del Agregado Rio Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris".....	172
TABLA 6.10.	Comparativo de resultados de Propiedades Físicas del Agregado Fino y Grueso. Cantera Rio Guitarrane "Amarillo" e isla "Gris" .....	173
TABLA 6.11.	Comparativo de diseño de Mezcla, Rio Guitarrane "Amarillo" e Isla. "Gris" .....	175
TABLA 6.12.	Comparativo de resultados de la Resistencia promedio y porcentual a la compresión del concreto, Rio Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris" .....	177

## ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 2.1:	Equipo para la prueba de consistencia.....	24
FIGURA 2.2:	Representación de asentamientos .....	24
FIGURA 2.3:	Curvas envolventes para el agregado fino, según norma NTP 400.037 .....	52
FIGURA 2.4:	Condiciones de Humedad .....	54
FIGURA 2.5:	Curvas envolventes para el agregado Grueso, según norma NTP 400.037 .....	62
FIGURA 2.6:	Ensayo de Compresión Simple.....	88
FIGURA 2.7:	Tipo de falla de cilindros de prueba estándar .....	91
FIGURA 5.1.	Ubicación de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....	108
FIGURA 5.2.	Ubicación de la Cantera Isla (Color Gris).....	108
FIGURA 5.3.	usos de la Cantera Rio Guitarrane (color Amarillo).....	111
FIGURA 5.4.	Secado del material tara el tamizado con la malla N°04 para separar agregado grueso y fino las Canteras Rio Guitarrane (Color Amarillo) y Cantera Isla (color Gris).....	113
FIGURA 5.5.	Presentación de muestras de agregados de Color Gris (Isla) y Color Amarillo (Cantera Guitarrane).....	113
FIGURA 5.6.	Tamizado con la malla N°04 para separar agregado grueso y fino de la cantera rio Guitarrane (Color Amarillo).....	114
FIGURA 5.7.	Granulometría del agregado y fino de la cantera rio Guitarrane (Color Amarillo).....	115
FIGURA 5.8.	Curva Granulométrica de la Cantera Rio Guitarrane .....	116
FIGURA 5.9.	Curva Granulométrica de la Cantera Isla .....	117
FIGURA 5.10.	Pesaje para obtener la humedad del agregado fino de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....	120
FIGURA 5.11.	Secado al horno de la muestra del agregado fino de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....	120
FIGURA 5.12.	Sumergido del material durante 24 horas para obtener una muestra saturada del agregado fino de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....	122
FIGURA 5.13.	Comparación de la muestra en el molde metálico de forma cónica para comprobar que la muestra este superficialmente seco (SSS). .....	122
FIGURA 5.14.	Eliminación del contenido del aire dentro del Picnómetro.....	123
FIGURA 5.15.	Peso Unitario compactación del agregado fino de la cantera rio Guitarrane (Color Amarillo).....	127
FIGURA 5.16.	Curva Granulométrica Por Tamizado del Agregado grueso de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....	131
FIGURA 5.17.	Curva Granulométrica Por Tamizado del Agregado grueso de la Cantera Isla (Color Gris).....	132
FIGURA 5.18.	Material retenido tras el tamizado realizado del agregado grueso de la cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....	133
FIGURA 5.19.	Material retenido tras el tamizado realizado del agregado grueso de la cantera Isla (Color Gris) .....	133
FIGURA 5.20.	Tamizado con la malla N°04 para separar agregado grueso y fino (cantera rio Guitarrane).....	134
FIGURA 5.21.	Sumergido del material durante 24 horas para obtener una muestra saturada del agregado Grueso de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).....	138
FIGURA 5.22.	Secado superficial del agregado grueso con una franela .....	139
FIGURA 5.23.	Peso Unitario Compactación del agregado grueso .....	144

## **INTRODUCCIÓN**

La finalidad de la presente tesis es el: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCIÓN PUNO 2018”** con el objetivo de efectuar las comparaciones de las características, diseño de mezclas y resistencias que alcanzaran el concreto  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> elaborado con un agregado del rio Guitarrane “color amarillo” con respecto al concreto elaborado con agregado de la cantera Isla “color gris” la cual es común en las construcciones de obras.

Hoy en día se realizan construcciones civiles dentro de las ciudades utilizando agregados de color gris las cuales son comunes en las diferentes canteras, pero que en las con construcciones a afuera de la ciudad de Huancané se utilizan en pequeñas y medianas construcciones el agregado existente en la zona la cual tiene una característica en cuanto a su color amarillo que existe en las cuenca del rio Suches y la cuenca del rio Huancané.

En la región de puno no existen estudios sobre la elaboración del concreto con un agregado de color amarillo por ello surge la idea de hacer las comparaciones en cuanto a la resistencia con respecto a los concretos preparados con un agregado común que es de un color gris.

Los usuarios de construcción adquieren dicho material, lo utilizan sin conocer sus propiedades en cuanto a la resistencia a la compresión y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de realizar el concreto ya que no se conocen las propiedades de resistencia por lo que no se podría saber la resistencia esperada de acuerdo al diseño de mezcla con respecto al concreto elaborado con los agregados comunes.



Estas propiedades deberían de cumplir con ciertos requisitos técnicos para la elaboración de concreto, sin embargo ni los propietarios de las canteras ni los mismos constructores se han preocupado en determinarlas y es por eso en muchos casos al realizar concretos con cemento de calidad, agua potable y las cantidades necesarias de material, etc. Aun así no se obtiene la resistencia deseada quedando como única explicación que la calidad de los agregados fue la que influyo entonces resulta sumamente importante la necesidad de determinarla.

De igual manera otro problema al momento de realizar concreto es que se utilizan cantidades asumidas a través de experiencia del constructor o del mismo maestro de obra, sin embargo si evaluamos en el campo de la dosificación conoceremos que al momento de calcularla esta podría aparentemente variar de la cantera rio Guitarrane con respecto a la cantera Isla debido a que las propiedades de los materiales no van a ser las mismas en cuanto al diseño de mezcla y la resistencia a la compresión del concreto

En la investigación se utilizó agregado fino y grueso de las canteras de Rio Guitarrane y cantera Isla, se realizaron la toma de datos de cada uno de los ensayos físicos y/o mecánicos para los agregados, cemento Yura Portland IP y Agua potable. Se realizó el diseño de mezclas por el método ACI-211, finalmente el ensayo de resistencia de compresión simple para poder verificar las resistencias mínimas requeridas de acuerdo al diseño de mezcla.

## **CAPÍTULO I:**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Hoy en día se realizan construcciones civiles en las zonas alejadas de la ciudad de Huancané específicamente en los distritos de Vilquechico, Cojata, Rosaspata, etc; utilizando agregados de diferentes canteras, las cuales tienen una característica en cuanto al color característico que es el amarillo, debido a su formación Geológica.

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 de acuerdo a las normas de construcción.

Actualmente en la provincia de Huancané, principalmente en sus distritos se viene realizando construcciones con los agregados provenientes de la ciudad de Juliaca debido a que las canteras del río Ramis fueron declaradas en emergencia por lo que no se puede extraer dichos agregados por las constantes inundaciones y desbordes del río que ocasionan la extracción de agregados de dicha cantera.

En muchos casos para poder utilizar este agregado es necesario transportarlo grandes distancias desde su fuente de origen (cantera) con lo cual los costos se incrementan muy considerablemente. Una forma de solucionar este problema consiste en reemplazar parte del agregado proveniente de distintas cantera del río Huancané cantera Unoccola, Yocara e Isla en la ciudad de Juliaca.

Concentradas en las principales ciudades en pleno desarrollo. Las cuales tienen una característica común un color gris. Y aparentemente son de mejor calidad en cuanto a la resistencia del concreto con respecto a la cantera del Rio Guitarrane que tiene un agregado de color amarillo.

Por falta de estudios especializados generalmente no se da el uso correspondiente por ser un agregado aparentemente desconocido y poco usados en las construcciones con concreto aledañas en la ciudad de Huancané.

La utilización de las canteras del rio Guitarrane y otras canteras existentes en los distritos de vilquechico, Cojata y Rosaspata que tienen un agregado de color amarillo, la cual permitirá reducir los altos costos de transporte además el problema de desabastecimiento de agregados. Por lo que dichos agregados estarán disponibles para trasladar en medianas y pequeñas cantidades y con un tiempo menor a bajo costo.

Además se estaría aprovechando las canteras existentes que tienen una característica de color amarillo la cual en la actualidad está siendo usado solamente para asfaltado de carreteras de parte del corredor vial (Coasia CASA).en el sector del centro poblado de Solitario (cantera Rio Guitarrane).

Las dudas que se podría tener en cuanto a la resistencia del concreto preparado con los agregados comunes comparados con el concreto preparado con el agregado de color amarillo que será aparentemente un agregado desconocido y la cual inspira desconfianza en cuanto a la resistencia del concreto.

Entonces se considera que la resistencia actualmente es la propiedad más importante del concreto, aunque en muchos otros casos pueden ser la durabilidad, también la impermeabilidad. Pero por lo general la calidad del concreto está definida por su resistencia, puesto que genera una gran influencia en el diseño y construcción en estructuras de concreto. Se sabe por teoría que la resistencia es dada por la propiedad de la unión de agua y cemento (pasta de cemento), en especial la relación agua-cemento (a/c), pero también por la relación cemento-agregado, su granulometría, la textura superficial, forma de partículas y por la rigidez del agregado. Es de manera importante la adhesión pasta de cemento-agregado particularmente de mortero entre agregado grueso. Gutiérrez de López (2003) menciona que los agregados ocupan del 70-80% de la conformación del concreto, Entonces por tanto muchas de las características dependen de las propiedades tanto físicas, como las mecánicas de los agregados, que estos estarán muy influenciados en la resistencia del concreto, que es significativa, una de ellas es dada por esfuerzo a la deformación. Debido a que cualquier esfuerzo siempre está asociada una deformación y viceversa. Y existen deformaciones que pueden ser causadas por otras causas no previstas como la humedad, la temperatura, la nieve, la lluvia, el viento y las cargas propias de la edificación y de los elementos estructurales a los cuales está diseñado, que es de interés en el diseño estructural.

Para comprobar la resistencia del concreto en elementos estructurales, se tendrá que realizar haciendo el uso de briquetas por el método destructivo ensayo de rotura de briquetas en los laboratorios correspondientes.

## **1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El espacio que va comprender la presente investigación es en la Región Puno, Provincia Huancané, Distritos de Vilquechico, Rosaspata y Cojata principalmente en la cuenca del Rio Guitarrane y en la ciudad de Juliaca.

El estudio comprenderá, la recolección y organización estacional de ensayos granulométricos de las canteras Rio Guitarrane y cantera Isla, las mismas que en combinación con los ensayos que efectúen de las muestras recolectadas, nos permitirá comparar visualizar, analizar las variaciones de las diferentes propiedades de los agregados para un periodo anual.

### **1.2.1. Delimitación Temporal**

La presente investigación se realizará en el periodo comprendido 2018, durante 3 meses, tiempo que permitirá realizar la planificación de la investigación, trabajo de campo, presentación y análisis de resultados.

### **1.2.2. Delimitación Social**

La presente investigación es aplicada en el ámbito de ingeniería civil. Podrá ser empleados para entidades públicas y privadas que se vean involucrados en cuanto a proyectos de construcciones con elementos estructurales de concreto simple y armado. Y así también en las construcciones de pequeña y mediana envergadura.

### **1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Problema General**

P.G: ¿Cuáles son las diferencias del análisis comparativo de la calidad del concreto elaborado con agregados del rio Guitarrane e Isla, para obras de construcción puno 2018?

#### **1.3.2. Problemas Especificas**

P.1: ¿Cuáles son las características del agregado rio Guitarrane e Isla, para la calidad de concreto en obras de construcción?

P.2: ¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto optima elaborado con Agregados del rio Guitarrane e Isla, para la calidad de concreto en obras de construcción?

P.3: ¿Cuál es la resistencia del concreto elaborado con agregados del rio Guitarrane e Isla, para la calidad de concreto en obras de construcción?

### **1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Objetivo General**

**O.G:** Determinar las diferencias del Análisis comparativo de la calidad del concreto elaborado con agregados del rio Guitarrane e Isla, para obras de construcción Puno 2018.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- O.1:** Identificar las características de los agregado del rio Guitarrane e Isla, para calidad del concreto para obras de construcción.
- O.2:** Establecer el diseño de Mezcla de concreto elaborado con agregado del Rio Guitarrane e Isla, para la calidad del concreto para obras de construcción.
- O.3:** Analizar la resistencia del concreto elaborados con agregado del rio Guitarrane, e Isla, para la calidad del concreto en obras de construcción.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES**

### **1.5.1. Justificación Teórica**

La presente investigación se realiza con la finalidad de conocer las propiedades de los agregados de las distintas canteras en estudio, para de esta manera conocer si dichos materiales cumplen con las normas técnicas establecidas.

Para comprobar y determinar la calidad del concreto en las obras civiles, se realizan pruebas de control de calidad, utilizando briquetas (cilindros de concreto) como testigos, los cuales son sometidos a pruebas de compresión consiguiendo la resistencia del concreto a edades establecidas.

El presente proyecto de investigación pretende demostrar la variación en cuanto a la resistencia comprobados con los testigos de concreto.

El concreto resulta de la mezcla y combinación, en dosificaciones adecuadas, de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso que se utiliza para la fabricación de elementos estructurales y esta es la razón por la que el concreto es el preferido en la construcción debido a sus características significativas como son la durabilidad, trabajabilidad, impermeabilidad y resistencia, siendo entre ellas la propiedad más conocida, la resistencia a la compresión.

### **1.5.2. Justificación Practica**

El desabastecimiento de los agregados en las diferentes construcciones da la necesidad de utilizar el agregado de color amarillo provenientes de la cantera río Guitarrane la cual en la actualidad es poco probable utilizarla, por la desconfianza y la falta de estudio en cuanto a la resistencia del concreto sobre este agregado de color amarillo frente al agregado provenientes de las canteras diferentes de características en cuanto al color común que es el gris.

En cuanto a costos en muchas veces el agregado común suele ser demasiado elevado por el alto costo de transporte ya que se tiene que trasladar largas distancias, la necesidad de utilizar el agregado de color amarillo en las lejanías de la ciudad de Huancané particularmente en los alrededores del río Guitarrane por bajo costo de transporte y disponibilidad es necesario evaluar las características en cuanto a la resistencia del concreto.

La presente investigación se realizara con la finalidad de conocer las propiedades de los agregados y su resistencia del concreto de los agregados de color amarillo provenientes de la cantera río Guitarrane y los agregados de color gris provenientes de la cantera Isla; para de esta manera conocer si dichos materiales cumplan con las normas técnicas establecidas



### **1.5.3. Justificación Técnica**

En los diferentes tipos de proyectos de ingeniería muchas veces se ejecutan obras particularmente en la región Puno sin realizar estudio ni el control de calidad del concreto, y si los hay algunos son sesgados inconscientemente o conscientemente en los laboratorios dando resultados poco confiables al momento de realizar la prueba de compresión simple de los testigos.

En la actualidad es importante contar con un concreto de calidad hace indispensable verificar las características de los agregados que utilizan lo que propicia con cierta frecuencia resultados diferentes a los esperados.

Mediante el correcto diseño de mezcla de acuerdo a las normas técnicas se realizaran diferentes diseños de mezclas las cuales podrán ser utilizadas para cada resistencia de concreto y para cada agregado de procedencias distintas.

En total se dispondrá de 2 diseños de mezcla las cuales podrán ser utilizados de acuerdo a las normas técnicas existentes permisibles en las construcciones de obras.

El presente proyecto se justifica dado que el objetivo es encontrar la relación existente entre la resistencia a la compresión a edades de 7, 14, 28 días respecto a la resistencia a la compresión a 28 días del concreto. La bibliografía nos reporta diferentes valores para las realidades que fueron ejecutadas; siendo necesarias, utilizar ciertas normas nacionales e internacionales del concreto razón por la cual, sería necesaria determinar la resistencia a la compresión de testigos de concreto a 28 días de edad, sobre la base de valores obtenidos a menor edad del concreto.

#### **1.5.4. Justificación Social**

La utilización de agregado del río Guitarrane que tiene una característica de color amarillo beneficiara a la sociedad en particular a la población de la provincia de Huancané, principalmente sus distritos de Vilquechico, Cojata, Rosaspata, en los siguientes aspectos:

- Reducción de costo y tiempo
- Disponibilidad de cantera de agregado para sus construcciones
- Ingreso económico personal a los propietarios
- Apertura de nuevas canteras de agregados

#### **1.5.5. Importancia**

Esta información será de mucha utilidad para los constructores entidades públicas y usuarios particulares ya que conocerán la fiabilidad de los agregados de color amarillo provenientes del río Guitarrane y sabrán de manera certera que resistencia esperar de dicho agregado que preparen en obra, También resulta ventajoso desde el punto de vista económico debido a que los agregados tienen menor costo en cuanto transporte, Comparado con el agregado de color gris. Puesto con una dosificación adecuada no se verán necesitados de incrementar cemento para obtener mayor resistencia.

#### **1.5.6. Limitaciones**

La ausencia de estudios de agregados de color amarillo como de la cantera de río Guitarrane viene a ser un factor limitante y poca familiaridad de uso en las construcciones de concreto hace que poco previsible la resistencia del concreto.

### **1.5.7. Factibilidad**

La presente investigación es factible por las siguientes razones se tiene el acceso a las canteras de los agregados como Cantera Río Guitarrane y la cantera Isla y en el tema de costo de la investigación será asumido por el investigados las cuales demandaran gastos en los ensayos en los diferentes laboratorios. En un tiempo de 3 meses.

Además de los elementos anteriores, es necesario considerar otro aspecto importante del planteamiento del problema: la viabilidad o factibilidad misma del estudio; para ello, debemos tomar en cuenta la disponibilidad de recursos financieros, humanos y materiales que determinarán, en última instancia los alcances de la investigación.

## **CAPÍTULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

No existen trabajos realizados a los agregados de color amarillo de las canteras del Rio Guitarrane sin embargo se tiene muchos estudios a los agregados de color gris tales son los estudio cantera Yocara y cantera Isla, todas estas situadas en la ciudad de Juliaca.

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

**ORTEGA CASTRO ALBERTO RENÁN, UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO, ECUADOR, (2013).** En su Tesis: La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles los autores:

La investigación consistió en acudir a las minas antes nombradas y obtener material pétreo con el consentimiento de los propietarios de las mismas, estas muestras fueron llevadas al Laboratorio de Materiales de la Universidad Técnica de Ambato en donde pasaron por diversos ensayos con la finalidad de obtener sus propiedades mecánicas.

##### **Conclusiones.**

De acuerdo con la gráfica de granulometría para el AGREGADO FINO de la Planta

Industrial de Trituración de Áridos Constructora Arias se deduce que es una curva ideal debido a que se encuentra por completo dentro del rango establecido, módulo de finura de 2.9 que está dentro del rango establecido, estas características le hacen una excelente arena.

Con el ensayo de peso unitario suelto se obtuvo en el ripio un valor de 1.306gr./cm<sup>3</sup> siendo aunque por muy poco pero menor con respecto a la arena cuyo valores de 1.316 gr./cm<sup>3</sup> lo que indica que el ripio con respecto a la arena, ambos en estado natural, tiene una masa un tanto menor por unidad de volumen lo cual no es habitual pero si es admisible.

En el ensayo de peso unitario compactada ocurrió lo contrario a lo obtenido en el suelto ya que la arena tiene 1.560 gr./cm<sup>3</sup> mientras que el ripio tiene 1.583 gr./cm<sup>3</sup> lo cual indica que el ripio tienen una mayor masa por unidad de volumen con respecto a la arena, al ser sometidos a un proceso de compactación.

De igual manera se concluye que con 36% de arena y 64% de ripio se obtiene el Peso unitario óptimo de su mezcla el cual es 1.888 gr./cm<sup>3</sup>

Se concluye que el ripio con un peso específico de 2.611gr./cm<sup>3</sup> y la arena con un peso específico de 2.624gr./cm<sup>3</sup> son aptos para ser utilizados en la elaboración de hormigón debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm<sup>3</sup> y 2.700gr./cm<sup>3</sup> pero hay que tener en cuenta que la arena presenta un peso específico un poco pero mayor con respecto a la arena lo cual no es tan común pero si es admisible.

Finalmente con el ensayo de abrasión se obtuvo una resistencia al desgaste de 39.41% que es menor al 50% que es el porcentaje máximo admisible para agregados gruesos de buena resistencia.

**FERNÁNDEZ ARRIETA Y ALEJANDRO NAVAS CARRO, UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, SAN JOSÉ COSTA RICA (2008).** En su Tesis: "Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad Los autores en la investigación analizaron el efecto que tienen, sobre 19 mezclas de concreto permeable, la relación agua/cemento, la relación agregado grueso/cemento y el tipo de agregado grueso utilizado (procedencia y tamaño máximo). Los resultados obtenidos permitieron observar tendencias de comportamiento entre las distintas propiedades y la resistencia y permeabilidad del material.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

**ZULY OLARTE BULEJE, TESIS ABANCAY PERU, UTA (2017).** En su tesis "Estudio de la Calidad de los Agregados de las Principales Canteras de la Ciudad de Andahuaylas y Su Influencia en la Resistencia del Concreto Empleado en la Construcción de Obras Civiles." El autor Realizo se realizó estudiando tres canteras o minas que son explotadas en la ciudad de Andahuaylas, para producir concreto, las mismas que son: Cantera ALTAMIRANO, cantera SANTA LUCIA y la cantera ESPINOZA, las mismas que abastecen de material pétreo para la construcción de obras civiles en la ciudad de Andahuaylas y sus alrededores.

#### **Conclusiones**

Según la curva granulométrica del AGREGADO GRUESO de la Cantera ALTAMIRANO se concluye que no se encentra dentro del límite establecido según normativa son partículas un tanto gruesas uniformes no se cuenta con graduación del material, por ello su Tamaño Nominal Máximo de 1".

De acuerdo con la gráfica de granulometría para el AGREGADO FINO de la Cantera ALTAMIRANO se deduce que a pesar de tener una porción un poco baja de partículas retenidas en el tamiz # 8. El resto de partículas se encuentran correctamente segregadas en el resto de tamices cumpliendo así con los límites establecidos para este ensayo dando un módulo de finura de 2.95, el cual es el valor ideal de una arena para formar parte de un buen concreto.

Con el ensayo de peso unitario suelto se obtuvo en el agregado grueso un valor de 1.32 gr./cm<sup>3</sup> siendo menor con respecto a la arena cuyo valor es de 1.67 gr./cm<sup>3</sup> lo que indica que la arena y el agregado grueso en estado natural, de esta cantera, tienen casi la misma masa por unidad de volumen.

En el ensayo de peso unitario compactado ocurrió algo parecido a lo obtenido en el suelto, la arena tiene 1.84 gr./cm<sup>3</sup> mientras que el piedra tiene 1.59 gr./cm<sup>3</sup> lo cual nuevamente indica que la arena y el arena gruesa, de esta cantera, tienen casi la misma masa por unidad de volumen a pesar de haber sufrido un proceso de compactación.

De igual manera se concluye que con 39% de arena y 61% de piedra se obtiene el peso unitario óptimo de su mezcla el cual es 1.890 gr./cm<sup>3</sup>

Se concluye que el agregado grueso con un peso específico de 2.36gr./cm<sup>3</sup> y la arena con un peso específico de 1.58gr./cm<sup>3</sup> son aptos para ser utilizados en la elaboración del concreto debido a que el rango admisible está entre 1.500gr./cm<sup>3</sup> y 2.700gr./cm<sup>3</sup>

Finalmente con el ensayo de abrasión se obtuvo una resistencia al desgaste de 40.5% que es menor al 50% que es el porcentaje máximo admisible para agregados gruesos de buena resistencia.

**BRAYAN XAVIER VARGAS ALARCON, TESIS PUNO PERÚ, UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, (2017).** En su tesis: Determinación de la Ecuación del módulo de elasticidad del concreto en base a la resistencia a la compresión simple, elaborado con los agregados de las canteras ISLA y YOCARA de la ciudad de Juliaca.

**Conclusiones.**

La granulometría de agregado fino para la cantera ISLA y YOCARA respectivamente no se encuentran dentro de los límites propuestos es por estos que los valores del módulo de fineza son de 3.41 ISLA y 3.21 YOCARA no cumpliendo la norma NTP 400.011 que dice que el rango es de 2.3 a 3.1.

El peso unitario suelto del agregado fino tanto para la cantera ISLA y YOCARA respectivamente es de 1.61 y 1.58, la norma NTP 400.017 que indica que el rango es de 1.4 a 1.6 entonces cumple la norma.

El peso unitario compactado del agregado fino tanto para la cantera ISLA y YOCARA respectivamente es de 1.69 y 1.66, la norma NTP 400.017 que indica que el rango es de 1.5 a 1.7 entonces cumple la norma.

El peso unitario suelto del agregado grueso tanto para la cantera ISLA y YOCARA respectivamente es de 1.60 y 1.61, la norma NTP 400.017 que indican que el rango es de 1.5 a 1.6 entonces cumple la norma.

El peso unitario compactado del agregado grueso tanto para la cantera ISLA y YOCARA respectivamente es de 1.70 y 1.74, la norma NTP 400.017 que indican que el rango es de 1.6 a 1.9 entonces cumple la norma.



Los agregados provenientes tanto de la cantera ISLA y YOCARA respectivamente proviene de la trituración de rocas naturales producto del cauce de los ríos y el tiempo de transporte, el porcentaje de pérdida por abrasión es de 17.51% ISLA y 21.78% YOCARA haciendo que la norma NTP 400.019 se cumpla.

Los diseños de mezcla realizados para la resistencia a la compresión simple de 210 kg/cm<sup>2</sup>: alcanzaron la máxima resistencia y adecuada a los 28 días para ambas canteras ISLA y YOCARA llegando inclusive a más del 100%, debido a que los cementos adicionados como son el cemento Portland IP con adición de puzolana tienden a ganar su máxima resistencia a los 28 días. la proporción del cemento fue de 364 Kg/m<sup>3</sup> de concreto

**HOLGUÍN HOLGUÍN Y RAÚL MAMANI CHOQUE, TESIS PUNO PERU: UNAP (2006).** En su Tesis: "Evaluación de la resistencia del concreto usando métodos destructivo y no destructivos" El presente trabajo de investigación se realiza debido a que en nuestro medio actualmente se viene incrementando el uso del esclerómetro, como una alternativa para medir la resistencia del concreto in-situ, el mismo que también se viene aplicando en varios países; así como un gran número de investigaciones con este método, buscando la obtención de resultados más confiables en las investigaciones de las propiedades del concreto de las estructuras. El éxito del uso de los ensayos in-situ depende, más allá del conocimiento y la experiencia del profesional que realiza los ensayos, de las curvas adoptadas para correlacionar las mediciones de ensayo con la resistencia del concreto.

#### **Conclusiones.**

El tipo de agregado empleado afecta el número de rebote de tal manera que la relación entre este y la resistencia deberá ser determinada experimentalmente, para cada cantera empleada en una obra.

Igualmente existe diferencias en la forma de la superficie del concreto, textura del mismo, tipos de agregado, formas de curado o contenido de humedad, causan variaciones apreciables en las lecturas de rechazos ó número de rebotes.

De todo lo analizado puede aceptarse que el ensayo con esclerómetro es únicamente de naturaleza comparativa y no está justificado convertir directamente el número de rebote en un valor de la resistencia en compresión.

El ensayo con el esclerómetro si es adecuadamente interpretado, permite establecer una relación utilizable entre las lecturas del esclerómetro y la resistencia a compresión del concreto, pero no resulta apropiado para las edades iniciales ni las bajas resistencias.

**MANTILLA QUISPE MANUEL LEOPOLDO Y TUMI TITO JAIME, TESIS PUNO PERU: UNAP (2013).** En su Tesis: "Evaluación de módulo de elasticidad del concreto en la resistencia a la compresión, de canteras de la ciudad de Juliaca" los Autores "La presente tesis muestra principalmente la explotación de los agregados de las canteras ISLA y UNOCOLLA de la ciudad de Juliaca, luego de esta se procede a la selección de los Agregados con tamaños máximos nominales que en ambos casos son de 3/4" debido a las Investigaciones revisadas anteriormente, y con la finalidad de obtener una mayor confiabilidad fue necesario adoptar el mayor número de probetas estándar que fueron adoptados de 10 probetas para cada resistencia para tener la mayor confiabilidad posible de los resultados de ambas canteras cabe mencionar que las resistencia seleccionadas fueron de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup> y los resultados de dichos ensayos fueron respectivamente la cantera ISLA y UNOCOLLA"

Existen trabajos de investigación como el que se realizaron:

**Absalón y salas (2008)**; en el presente trabajo de investigación el propósito fundamental fue estudiar las influencias de calidad de los agregados pétreos ubicados en el estado de Mérida sobre la resistencia de compresión del concreto realizados con agregados de cantera A (premezclado occidente C.A.) y un concreto realizado con agregados de la cantera B (Agregado Mérida C.A.) variado las resistencias de diseño empleadas para la cual se realizaron 60 mezclas de concreto y 180 cilindros de ensayo. Las propiedades del concreto que se estudiaron fueron la trabajabilidad y la resistencia a la compresión a los 7 días y a los 28 días. Los resultados permiten concluir que el concreto realizado con la cantera A, presenta poca trabajabilidad debido a la gran cantidad de tamaños cercanos al máximo nominal del agregado en el concreto endurecido los resultados de la resistencia a compresión fueron los esperados en el diseño de mezcla todo esto a diferencia del concreto realizado de la cantera B. que presenta mejor trabajabilidad pero bajas resistencias a la compresión es de hacer notar que existen variables en la calidad de los agregados que no están incluidas en las fórmulas de diseño de mezcla que afectan directamente las propiedades mecánicas del concreto.

**Uribe (1991)**, señalo que la presencia de un porcentaje importante de materia orgánica en los agregados pueden provocar problemas en la fabricación del concreto, ya que trae consigo efectos como inhibir adecuada hidratación del cemento y por lo tanto causar un retraso en el endurecimiento del mismo los agregados contaminados pueden ser causa de reducción de la resistencia a la compresión del concreto y además pueden contener sustancias nocivas que afecten químicamente al material de diversas formas.

## **2.2. CALIDAD DEL CONCRETO**

La calidad del concreto generalmente se establece por su resistencia a la compresión, debido a las funciones estructurales estáticas y dinámicas que cumple este material al soportar cargas y esfuerzos. Norma: NTP 339.034.

En las consideraciones básicas de la calidad del concreto se considera además de la resistencia y durabilidad, trabajabilidad y el costo del concreto.

## **2.3. RESISTENCIA**

Es una de las propiedades del concreto endurecido. La Capacidad de asimilar la aplicación de fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión. Normalmente se mide por medio de la resistencia en compresión, para lo cual se necesita ensayar testigos cilíndricos o cúbicos de tamaño adecuado al equipo de ensayo, que se perforan o cortan de una muestra lo suficientemente grande. (Pasquel Carbajal, Tópicos de Tecnología de Concreto, 1998).

Es un término que se aplica a la capacidad física que tiene un cuerpo de aguantar una fuerza de oposición por un tiempo determinado, sea esta fuerza cualquier agente externo al cuerpo que intente impedir la finalización de esta labor. Por supuesto que el concepto anterior es general pero si lo desviamos a las diferentes áreas de la física, de las ciencias duras y la vida cotidiana, nos encontramos con relaciones de esta palabra directas y semejantes. Cabe destacar que esta palabra a recibido varias connotaciones en diversas área como la física, la ingeniería, la psicología, la medicina y la geografía.

### 2.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

La resistencia de compresión simple es la característica mecánica principal del concreto se define como la capacidad de soportar una carga por unidad de área y se expresa en términos de esfuerzo generalmente en  $\text{cm}^2$ , MPa. Y en alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi)

### 2.3.2. RESISTENCIA A TRACCIÓN DEL CONCRETO

La resistencia a la tensión se obtiene por medio de la prueba Brasileña, al aplicar carga sobre el diámetro de una probeta cilíndrica de concreto. El hormigón es un material que presenta una resistencia a tracción baja, aproximadamente la décima parte de su resistencia a compresión. Esta suele ser la causa frecuente de la figuración del concreto.

El concreto es una masa endurecida de materiales heterogéneos y sus propiedades están sujetas a una gran cantidad de variables las cuales dependen de los materiales que constituyan y de los procedimientos de producción transporte y colocación del concreto por esta razón es muy importante la elaboración y cumplimiento de un plan de control de calidad para el concreto y los materiales que lo componen con el fin de predecir las propiedades del concreto en estado endurecido y garantizar que cumpla las especificaciones(necesidades) al menor costo posible.

**ESTADO FRESCO.** Nos permite su manipulación y colocación.

**ESTADO DE FRAGUADO.** Es la pérdida de plasticidad del concreto fresco

**ESTADO ENDURECIDO.** Es la capacidad de resistir cargas.

La calidad del concreto depende de varios factores sin embargo está dado principalmente por la resistencia a la compresión.

## 2.4. CONCRETO.

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado.

El concreto es el material constituido por la mezcla, en ciertas proporciones, de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.<sup>1</sup>

**NORMA E-060, CAP 01**, Es el material constituido por la mezcla de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas.

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 o modifican algunas propiedades del concreto.<sup>2</sup>

El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. La mezcla de estos compuestos producen una masa plástica que puede ser moldeada pero cuanto más pasa el tiempo esta pierde esa característica y se vuelve cada vez más rígida.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Temas de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.

<sup>2</sup> Abanto Castillo, F. (1994), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú

<sup>3</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Temas de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.

Rivva (2006) menciona que el agregado denominado comúnmente concreto es una mezcla natural, en proporciones arbitrarias, de agregados finos y gruesa procedente de río o cantera según NTP 339.012, en lo que sea aplicable se seguirán para el concreto las recomendaciones correspondientes a los agregados finos y gruesos.

Se define el concreto como un material que podemos considerar constituido por dos partes una es producto pastoso y moldeable que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, y la otra son trozos pétreos que quedan englobados en esa pasta dicha pasta está constituido por agua y un producto aglomerante o conglomerante que es el cemento.

#### **2.4.1. IMPORTANCIA DEL CONCRETO**

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales.

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Rivva López, E. (2000), "Naturaleza y materiales de Concreto" Lima- Perú.

## 2.4.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO

### 2.4.2.1. PROPIEDADES EN ESTADO PLÁSTICO

#### TRABAJABILIDAD Y ASENTAMIENTO (MTC E 705)

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

Abanto (1994) "La consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua utilizada, el equipo necesario para realizar la consistencia del concreto consiste en un tronco de cono, los dos círculos de las bases son paralelos entre si midiendo 20 cm y 10 cm los diámetros respectivos, la altura del molde es de 30 cm".

TABLA 2.1: Clases de Asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy Trabajable	Chuseado

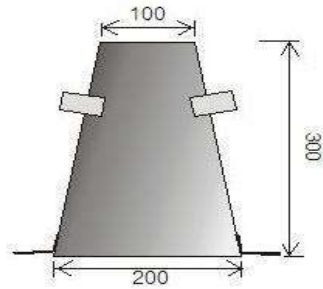
Fuente: Flavio Abanto Castillo, "Tecnología del concreto"

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.<sup>5</sup>

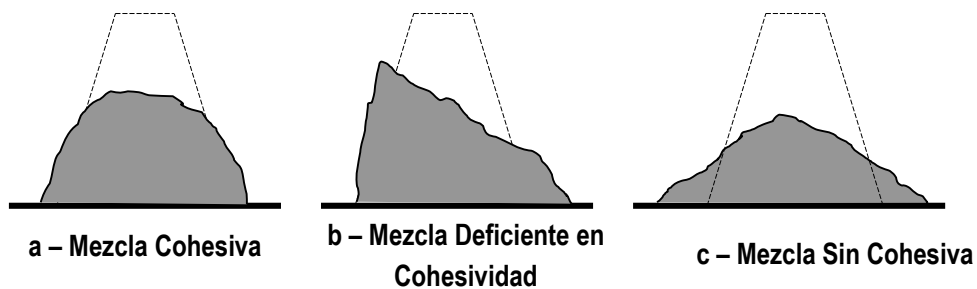
<sup>5</sup> Abanto Castillo, F. (1995), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú



**FIGURA 2.1: Equipo para la prueba de consistencia.**



**FIGURA 2.2: Representación de asentamientos**



En la Figura 2.2 se puede observar asentamientos: a) son mezclas con asentamiento real. b) son mezclas con asentamiento por corte c) son mezclas con asentamiento por colapso.

No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad, generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia. La consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada. Se determina mediante el ensayo de Slump mediante la utilización del Cono de Abrahams.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Abanto Castillo, F. (2009), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

## SEGREGACIÓN

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del Agregado Grueso del Mortero. Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan. Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciéndose en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc. La segregación está en función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta, y menor cuanto más seca lo es. Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas.<sup>7</sup>

## EXUDACIÓN

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto, es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica.

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla Nro. 100, la exudación será menor, pues se retiene el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a la estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Abanto Castillo, F. (2009), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

<sup>8</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Temas de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.

## CONTRACCIÓN

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia.

La pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible. Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento, y es la contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla. Este proceso no es irreversible, ya que si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida.<sup>9</sup>

### 2.4.2.2. PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO

#### ELASTICIDAD

Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.<sup>10</sup>

El concreto no es un material completamente elástico y la relación esfuerzo deformación para una carga en constante incremento adopta generalmente la forma de una curva. Generalmente se conoce como Módulo de Elasticidad a la relación del esfuerzo a la deformación medida en el punto donde la línea se aparta de la recta y comienza a ser curva.<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Temas de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.  
<sup>10</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Temas de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.  
<sup>11</sup> Rivva López, E. (2010), "Materiales para Concreto" Lima- Perú

Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250.000 a 350.000 kg/cm<sup>2</sup>, y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto, y en relación inversa con la relación agua/cemento. Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulos de elasticidad mayores, y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres.<sup>12</sup>

## RESISTENCIA

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso. La afectan además los mismos factores que influyen en las características 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 completan la estructura del concreto. (Pasquel Carbajal, *Temas de Tecnología de Concreto*, 1998).

- A)** Cada promedio aritmético de 3 ensayos de resistencias consecutivas a los 28 días será mayor igual a  $f'c$ .
- B)** Ningún ensayo individual de resistencia será menor que  $f'c$  en más de 35 Kg/cm<sup>2</sup> cuando  $f'c$  es 350 Kg/cm<sup>2</sup> o menor.
- C)** Ningún ensayo individual de resistencia será menor que  $f'c$  en más de  $0.10f'c$  cuando  $f'c$  es mayor que 350 Kg/cm<sup>2</sup>.

---

<sup>12</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Temas de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.

## **EXTENSIBILIDAD**

Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse, Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.

Depende de la elasticidad y del flujo plástico, constituido por las deformaciones que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo.

El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperables, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes.<sup>13</sup>

## **DURABILIDAD**

Es la resistencia a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, agentes corrosivos, o choques térmicos, entre otros, sin deterioro de sus condiciones físico-químicas con el tiempo. El concreto debe ser capaz de resistir a la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufridos por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2% a 6% de aire con un agente incluso de aire, o aplicando un revenimiento protector a la superficie.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Temas de Tecnología de Concreto" Lima- Perú..

<sup>14</sup> Abanto Castillo, F. (2009), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

## IMPERMEABILIDAD

Es la característica de dejar filtrar ya sea aire o agua. Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades, después de la evaporación, y, si están interconectadas, el agua puede penetrar o atravesar el concreto. La inclusión de aire así como un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad.<sup>15</sup>

### 2.4.3. COMPONENTES DEL CONCRETO.

La tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, Agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.

La arena y la grava son conocidos con los nombres de agregados, áridos, hormigón, inertes, etc. Son materiales pétreos de estructura granular, provenientes de rocas de diversas composiciones, y sirven para dar solidez y consistencia al concreto.

Las proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto son los siguientes:

Aire	= 1% a 3%
Cemento	= 7% a 15%
Agua	= 15% a 22%
Agregados	= 65% a 80%

<sup>15</sup> Abanto Castillo, F. (2009), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por tanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento.<sup>16</sup>

## 2.5. CEMENTO

Los cementos son básicamente compuestos de silicatos de calcio hidráulicos, entonces, los cementos hidráulicos fraguan al reaccionar químicamente con el agua. Durante esta reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta de aspecto similar a una masa rocosa, cuando la pasta (cemento agua) al adicionar el agregado (grava y arena) actúa como adhesivo y une todas las partículas del agregado para formar así el concreto siendo este el material más versátil de mayor uso en la industria de la construcción.

Se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad de fraguar y endurecer, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables.<sup>17</sup>

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.<sup>18</sup>

<sup>16</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Temas de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.

<sup>17</sup> Rivva López, E. (2010), "Materiales para el Concreto" Lima- Perú.

<sup>18</sup> Abanto Castillo, F. (1994), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

### 2.5.1. DEFINICIÓN DEL CLINKER:

El Clinker es fabricado mediante un proceso que comienza por combinar una fuente de cal (Oxido Cálxico, CaO del 60% al 67%), tal como las calizas; una fuente de sílice y alúmina (Anhídrido silícico, SiO<sub>2</sub> del 17% al 25% y Oxido alúmino, AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> del 3% al 8%), tal como las arcillas; y una fuente de óxido de hierro (Oxido férrico, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> del 0.5% al 6%), tal como el mineral de hierro. Una mezcla adecuadamente dosificada de los materiales crudos es finamente molida y luego calentada a una temperatura suficientemente alta, alrededor de los 1500°C, a fin de que se produzcan las reacciones entre los componentes del cemento, el producto obtenido del horno es conocido como el Clinker de cemento Portland. Después de enfriado, el Clinker es molido con una adición de cerca del 6% de sulfato de calcio (Yeso) para formar el cemento Portland.<sup>19</sup>

### 2.5.2. CLASIFICACIÓN DE 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 Castillo, 1994).

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. (Abanto Castillo, 1994)

**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.

**Según NTP 334.009:2005:** Para uso general, no requiere propiedades de otro tipo.

<sup>19</sup> Rivva López, E. (2010), "Materiales para el Concreto Concreto" Lima- Perú.



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

**Según NTP 334.009:2005:** Para uso en general y para cuando se desee moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

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

**Según NTP 334.009:2005:** Para ser utilizado necesita altas resistencias iniciales.

**TIPO IV:** Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación. Según NTP 334.009:2005: Utilizado cuando se desee 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 al agua del mar.

**Según NTP 334.009:2005:** Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

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 incorporador de aire, el cual no se producen ni se utiliza en el Perú. (Rivva López, 2010).

Los cementos adicionados usan una combinación de cemento portland o clinker y yeso mezclados o molidos juntamente con puzolanas, escorias o cenizas. La ASTM C 595 establece cinco clases principales de cementos adicionados:<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Rivva López, E. (2010), "Materiales para el Concreto" Lima- Perú.

- ❖ Tipo IS Cemento portland alto horno
- ❖ Tipo IP y Tipo P Cemento portland puzolánico
- ❖ Tipo I (PM) Cemento portland modificado con puzolana
- ❖ Tipo S Cemento de escoria o siderúrgico
- ❖ Tipo I (SM) Cemento portland modificado con escoria

### 2.5.3. CEMENTOS PORTLAND ADICIONADOS:

Los cementos portland adicionados, están constituidos además del Clinker y Yeso, adicionalmente cuenta con la adición de 2 o más constituyentes inorgánicos que contribuyen a mejorar las propiedades del cemento. Por ejemplo tenemos; (puzolanas, escorias granuladas de altos hornos, componentes calizos, sulfato de calcio, incorporadores de aire). Según las Normas técnicas.

### 2.5.4. COMPUESTOS PRINCIPALES DEL 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:

- ❖ Silicato tricálcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) = C3S
- ❖ Silicato dicálcico ( $2\text{Ca} \cdot \text{SiO}_2$ ) = C2S
- ❖ Aluminato tricálcico ( $3\text{Ca} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) = C3A
- ❖ Alumino ferrita tricálcica ( $4\text{Ca} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) = C4AF

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.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Abanto Castillo, F. (1994), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

### **2.5.5. PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND IP.**

Por lo general los cementos Portland Puzolanico adquieren su resistencia muy lentamente y requieren curarse durante un tiempo más prolongado, pero su resistencia última es aproximadamente la misma que la del cemento Portland común.

El porcentaje de puzolana agregada a este cemento es del orden del 30% de la cantidad total de material de cemento, la mayor parte de las especificaciones para cemento limitan más que toda la composición química y en menor grado algunas propiedades físicas del cemento, mencionando las siguientes.

#### **FINURA O FINEZA.**

Referida al grado de molienda del polvo, se expresa por la superficie específica, en  $m^2/kg$ . En el laboratorio existen 2 ensayos para determinarlo: Permeabilímetro de Blaine. Turbidímetro de Wagner.

A mayor finura, crece la resistencia, pero aumenta el calor de hidratación y cambios de volumen. A mayor finura del cemento mayor rapidez de hidratación del cemento y mayor desarrollo de resistencia.

#### **PESO ESPECÍFICO.**

Referido al peso del cemento por unidad de volumen, se expresa en  $gr/cm^3$ . En el laboratorio se determina por medio de: Ensayo del frasco de Le Chatelier (NTP 334.005).

Se usa para los cálculos en el diseño de mezcla, los pesos específicos de los cementos Portland son de aproximadamente 2.90.

## **TIEMPO DE FRAGUADO.**

Es el tiempo entre el mezclado (agua con cemento) y la solidificación de la pasta. Se expresa en minutos. Se presenta como: El tiempo de fraguado inicial y el tiempo de fraguado final. En el laboratorio existen 2 métodos para calcularlo: Agujas de Vicat: NTP 334.006 (97), Agujas de Gillmore: NTP 334.056 (97).

## **ESTABILIDAD DE VOLUMEN.**

Representa la verificación de los cambios volumétricos por presencia de agentes expansivos, se expresa en %. En el laboratorio se determina mediante: Ensayo en Autoclave: NTP 334.004 (99)

## **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.**

Mide la capacidad mecánica del cemento a soportar a una fuerza externa de compresión. Es una de las más importantes propiedades, se expresa en Kg/cm<sup>2</sup>. En el laboratorio se determina mediante: Ensayo de compresión en probetas cúbicas de 5 cm de lado (con mortero cemento-arena normalizada): NTP 334.051 (98) Se prueba a diferentes edades: 1, 3,7, 28 días.

## **CONTENIDO DE AIRE.**

Mide la cantidad de aire atrapado o retenido en la mezcla (mortero), se expresa en % del volumen total. En el laboratorio se determina mediante:

- ❖ Pesos y volúmenes absolutos de mortero C-A en molde cilíndrico estándar: NTP 334.048.

Concretos con aire atrapado disminuye la resistencia (5% por cada 1 %).

## CALOR DE HIDRATACIÓN.

Es el calor que se genera por la reacción (agua + cemento) exotérmica de la hidratación del cemento, se expresa en cal/gr. y depende principalmente del C3A y el C3S. En el laboratorio se determina mediante:

- ❖ Ensayo del calorímetro de Langavant o el de la Botella Aislante. Se emplea.

Morteros estándar: NTP 334.064

Afecta a la generación de calor de hidratación, la finura del cemento y la temperatura del curado, en estructuras con gran masa de concreto la rapidez y la cantidad de calor generado son importantes, ya que si no se disipa este calor puede generar "dilatación térmica: por elevación de la temperatura en el concreto.

Por otro lado cabe mencionar que la generación de calor de hidratación puede beneficiar en tiempos fríos, por otra parte el enfriamiento posterior del concreto puede cambiar generar esfuerzos perjudiciales.

### 2.5.6. CEMENTOS EN EL PERÚ.

En la actualidad la fabricación de cemento en el Perú, dentro de las cuales que están dedicados a la fabricación y comercialización en bolsas de 42.5 kg:

Cementos Lima S.A.	:	Lima - Atocongo
Cemento Andino S A	:	Junín - Tarma
Cemento Rioja	:	Ucayali - Pucallpa
Cementos Pacasmayo S.A.	:	La Libertad - Pacasmayo
Cemento Yura SA	:	Arequipa - Yura
Cemento Sur S A	:	Puno – Caracoto

**Nota:**

El cemento en el Perú se comercializa en bolsas de 42.5 kg. De papel krap extensible tipo Klupac, que usualmente están entre dos y cuatro pliegos, de acuerdo a los requerimientos de transporte o manipuleo eventualmente y por condiciones especiales pueden ir provistas de un refuerzo interior de polipropileno. Estas bolsas son ensayadas para verificar su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad.

### **2.5.7. NORMAS TÉCNICAS PERUANAS.**

Por intermedio de INDECOPI y el Comité Especializado en Cemento, ha elaborado las siguientes Normas Técnicas de Cemento, dentro de las más importantes tenemos:

**NTP 334.009:1997.** Cemento Portland. Requisitos.

**NTP 334.044:1997.** Cemento Portland Puzolánico IP y I (PM).

**NTP-334.069:1998.** Cemento de Albañilería. Requisitos.

**NTP-334.083:1997.** Cemento Portland Adicionados tipos P y S.

**NTP 334.084:1998** Cementos. Aditivos funcionales a usarse en la producción de cementos Portland.

**NTP 334.085:1998** Cementos. Aditivos de proceso a usarse en la producción de cementos Portland.

**NTP 334.087:1999** Cementos. Adiciones minerales en pastas, morteros y concretos.

**NTP 334.088:1999** Cementos. Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón, concreto.

**NTP 334.089:1999** Cementos: Aditivos incorporados de aire en pastas, morteros y concreto.

**NTP 334.076:1997** Cementos. Aparato para la determinación de los cambios de longitud de pastas de cementos y morteros fraguados.

- NTP 334.077:1997** Cementos. Ambientes, de almacenamiento utilizados en los ensayos de cemento.
- NTP 334.079:1996** Cementos. Especificación normalizada para pesas y mecanismos de pesada para usos en los ensayos físicos de cemento.
- NTP 334.074-1997** Cementos. Determinación de la consistencia normal.
- NTP 334.045:1998** Cementos. Métodos de ensayo para determinar la finura por tamizado húmedo con tamiz normalizado de 45  $\mu\text{m}$ .
- NTP 334.048:1997** Cementos. Determinación del contenido de aire en morteros de cemento hidráulico.
- NTP 334.052:1998** Cementos. Ensayo para determinar el falso fraguado del cemento.
- NTP 334.002:1997** Cementos. Determinación de la finura expresada por la superficie. Específica.
- NTP 334.003:1998** Cementos. Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.
- NTP 334.051:1998** Cementos. Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland cubos de 50mm de lado.
- NTP 334.006:1997** Cementos. Determinación del fraguado utilizando la aguja de Vicat.
- NTP 334.064:1999** Cementos. Método para determinar el calor de hidratación de cementos Portland.
- NTP 334.004:1999** Cementos. Ensayo en autoclave para determinar la estabilidad de volumen.
- NTP 334.053:1999** Cementos. Ensayo para determinar el falso fraguado de cemento. Método del mortero.
- NTP 334.066:1999** Cementos. Método de ensayo para determinar el índice de actividad puzolánico utilizando cemento Portland.

## 2.6. AGUA.

El agua es el segundo componente fundamental del concreto donde su calidad debe ser sumamente importante para no producir alteraciones en la hidratación del cemento, evitar manchas en la superficie, retrasos en el fraguado y en su endurecimiento, ni permitir reducciones en su resistencia o afectar su durabilidad, por estas razones se debe evaluar si es convenientes su uso para el mezclado y curado del concreto, cumpliendo con los requisitos de la norma NTP 339.088 y de preferencia potable.

**TABLA 2.2:** Requisitos para el agua de mezcla. Sustancias disueltas Valor máximo admisible (partes por millón)

Sustancias Disueltas	Valor Máximo Admisible(Partes por Millón)
<b>Cloruros</b>	<b>300</b>
<b>Sulfatos</b>	<b>300</b>
<b>Sales de Magnesio</b>	<b>150</b>
<b>Sales Solubles</b>	<b>150</b>
<b>PH</b>	<b>Mayor a 7</b>
<b>Sólidos en suspensión</b>	<b>1500</b>
<b>Materia Orgánica</b>	<b>10</b>

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.088.

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.

En relación del empleo del agua en el concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones: como ingrediente en la elaboración de las mezclas y como medio de curado de las estructuras recién construidas, normalmente, en las especificaciones para concreto se hace referencia en primer término a los requisitos que debe cumplir el agua para elaborar el concreto.

En prácticas bastantes común consiste en utilizar el agua potable para la elaboración del concreto sin ninguna verificación previa, suponiendo que toda agua potable es apropiada para la elaborar concreto; pero que no afectan su potabilidad pero puede hacerlo inadecuada para la fabricación del concreto en todo caso, la consideración contraria pudiese ser más conveniente, es decir, que el agua para la elaboración del concreto no necesariamente requiere ser potable, aunque si debe satisfacer determinados requisitos mínimos de calidad.

“Casi todas las aguas naturales que son bebibles (potables) y que no tienen olor o sabor pronunciados, son satisfactorias para ser empleadas como aguas de mezclado en la preparación del concreto. Las impurezas, cuando son excesivas pueden afectar no sólo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto, y la estabilidad de volumen (cambios de longitud, sino que también pueden causar eflorescencias o corrosión del refuerzo. Cuando ello sea posible, las aguas con altas concentraciones de sólidos disueltos deberán ser evitadas.”<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Torre Carrillo A (2004), “Curso Basico de Tecnologia de Concreto” Lima- Perú.

## 2.7. LOS AGREGADOS.

Generalmente se entiende por agregado a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementante, elementos de comportamientos bien diferenciados: Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Indica que, llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros.<sup>23</sup>

El concreto está conformado por una pasta de cemento y agua en la cual se encuentran embebidas partículas de un material conocido como agregado el cual ocupa del 65% al 80% del volumen de la unidad cubica de concreto.<sup>24</sup>

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Son materiales pétreos naturales, granulares sin forma y volumen definido que por lo general son inertes por su tamaño los agregados pueden clasificarse en finos y gruesos.

La Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM) En sus Boletines Técnicos - Lima, en concordancia a normas técnicas definen los agregados para concreto como: "Un conjunto de partículas de origen natural o artificial que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidos entre límites normalizados". Tienen gran influencia en las mezclas en que intervienen, de sus características físicas, químicas y mecánicas dependen los resultados.

<sup>23</sup> Abanto Castillo, F. (1999), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

<sup>24</sup> Rivva López, E. (2010), "Materiales para el Concreto" Lima- Perú.

Como quiera que en la producción del concreto los agregados finos y gruesos se mezclan separadamente, es conveniente determinar y controlar sus propiedades y características de cada uno de ellos.

La norma de concreto E-060, recomienda que a pesar que en ciertas circunstancias agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un buen comportamiento en experiencias de obras ejecutadas, sin embargo debe tenerse en cuenta que un comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en la medida de lo posible deberán usarse agregados que cumplan con las especificaciones del proyecto.

La Norma Nacional, que establece los requisitos que deben cumplir los agregados naturales, a usarse en concreto de cemento Portland es la NTP 400.037. La cual presenta sobre agregados las siguientes definiciones:

### **2.7.1. CLASIFICACIÓN POR SUS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS.**

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son:

#### **2.7.2. POR SU NATURALEZA Y ORIGEN.**

Los agregados pueden ser naturales o artificiales se considera como agregados naturales a las partículas que son el resultado de un proceso de obtención o transformación natural los agregados obtenidos por trituración mecánica y tamizado de rocas se consideran dentro de la clasificación de agregados naturales.

Entre los principales grupos de agregado naturales se encuentran la arena y canto rodado del río o cantera, las arenas naturales muy finas la piedra pómez natural y la lava volcánica porosa.

Se define como agregado artificiales a las obtenidas como el resultado de un proceso de transformación industrial de un elemento natural como el caso de las arcillas y esquistos expansionados como sub producto de un proceso industrial como sería la arcilla de alto horno.

Siendo los naturales de uso frecuente, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado grueso, fino y hormigón (agregado global).

- 1) Agregados Finos
  - Arena fina
  - Arena gruesa
- 2) Agregados Gruesos
  - 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, falsos pisos, falsas zapatas, calzaduras, algunos muros, etc. El emplear el hormigón en la elaboración del concreto este deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica u otras sustancias dañinas.<sup>25</sup>

Si se emplea, con autorización del proyectista, el agregado integral denominado "Hormigón" deberá cumplirse con lo indicado en la Norma Técnica E.060.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Abanto Castillo, F. (1994), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

<sup>26</sup> Rivva López, E. (2007), "Diseño de Mezclas" Lima- Perú.

### **2.7.3. POR SU DENSIDAD.**

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75 ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.<sup>27</sup>

### **2.7.4. POR EL ORIGEN, FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL.**

Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades, en términos descriptivos la forma de los agregados puede ser:

- ❖ Angular: Cuyos bordes están bien definidos y formado por la intersección de sus caras (planas) además de poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- ❖ Sub angular: Evidencian algo de desgaste en caras y bordes, pero las caras están intactas.
- ❖ Sub redondeada: Considerable desgaste en caras y bordes.
- ❖ Redondeada: Bordes desgastados casi eliminados.
- ❖ Muy Redondeada: Sin caras ni bordes

Respecto de la textura superficial estas pueden ser:

- ❖ Lisa
- ❖ Áspera.
- ❖ Granular.
- ❖ Vítrea.
- ❖ Cristalina

---

<sup>27</sup> Torre Carrillo A (2004), "Curso Básico de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.

La textura superficial depende de la dureza, tamaño del grano y las características de la roca original. La forma y la textura del material pueden influir altamente en la resistencia a la flexión del concreto estas características se deben controlar obligatoriamente en los concretos de alta resistencia. También se puede afirmar que la forma y textura de las arenas influyen en los requerimientos de agua en el concreto.<sup>28</sup>

### 2.7.5. POR SUS PROPIEDADES FÍSICAS.

Por la contribución de sus propiedades físicas a la calidad del concreto, el agregado puede clasificarse en cuatro categorías:

**Agregado bueno.-** Se considera como agregado bueno aquel que por la superior calidad de sus constituyentes contribuye a una resistencia alta, tiene buena durabilidad bajo cualquier condición externa o interna, y es resistente a los procesos de erosión y abrasión.

**Agregado satisfactorio.-** Se considera como agregado satisfactorio aquel cuyos elementos contribuyen a una moderada resistencia del concreto; e igualmente dan a éste resistencia a los procesos de erosión y abrasión, así como buena durabilidad bajo cualquier condición.

**Agregado regular.-** Se considera como agregado regular aquel cuyos constituyentes contribuyen a obtener una moderada resistencia a la compresión y abrasión del concreto, pero bajo condiciones de clima pueden contribuir a su destrucción.

**Agregado pobre.-** Se considera agregado pobre aquel cuyos constituyentes son de baja calidad y contribuyen a obtener bajas resistencias mecánicas y de abrasión del concreto; e igualmente causan destrucción del concreto bajo condiciones climáticas pobres.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Torre Carrillo A (2004), "Curso Básico de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.

<sup>29</sup> Torre Carrillo A (2004), "Curso Básico de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.

### **2.7.6. POR SU PROCEDENCIA.**

Por su procedencia los agregados pueden ser naturales, artificiales o mixtos. Los agregados naturales son aquellos que provienen de la desintegración natural o inducida de rocas formadas por procesos naturales, los agregados artificiales son elaborados alterando las características físico químicas de productos primarios en procesos industriales de tal manera que sean apropiados para su uso en concreto.

Tenemos como agregados naturales la grava y la arena que son agregados clasificados en función del tamaño de sus partículas, el hormigón y los agregados marginales son agregados naturales que generalmente no cumplen con los requisitos de los normas y que se utilizan mucho en nuestro medio.

### **2.7.7. POR SU COMPOSICIÓN MINERALÓGICA.**

Por su composición mineralógica los agregados pueden ser primordialmente:

- ❖ Silicios
- ❖ Calcáreos

La forma en la cual los minerales principales se presentan, así como la presencia o ausencia de minerales secundarios, pueden ser más importantes que la composición promedio.

### 2.7.8. POR SU TAMAÑO.

De acuerdo a su tamaño los agregados se clasifican en:

**Agregado Fino.-** Se define como agregado fino a aquel que pasa íntegramente el tamiz de 3/8" y como mínimo en un 95% el Tamiz N° 4, quedando retenido en el Tamiz N° 200.

**Agregado Grueso.-** Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido, como mínimo, en un 95% en el Tamiz N° 4

### 2.7.9. POR SU COLOR.

Por la contribución de geomorfológica y procedencia podemos clasificar por su color:

**Agregado color Gris.-** es uno de los agregados más comunes que se está utilizando en las construcciones de concreto en la actualidad es común ver en las canteras existen en nuestra región Puno, Conocido como granítico auxiliar.

**Agregado color amarillo.-** comúnmente conocido como arena del desierto pero que sin embargo este tipo de agregado tiene como particularidad el contenido de sílice. La cual da una forma en su color amarillento.

La arena amarilla puede ser también micas que son minerales pertenecientes a un grupo numerosos de silicatos de alúmina, hierro, calcio, magnesio y minerales alcalinos. Su sistema cristalino es monoclinico generalmente se las encuentra en la rocas ígneas tales como granito y las rocas metamórficas como el esquisto la variedad más abundante son las biotita y la moscovita.

La empresa CEMEX las comercializa es color de agregado.

El corredor vial (Coasia CASA). Viene explotando la cantera del río Guitarrane para el asfaltado de las vías.



### 2.7.10. POR SU PESO.

De acuerdo a su peso unitario, dado por su densidad, los agregados se clasifican en:

**Agregados pesados.-** Los agregados pesados naturales incluyen el espato pesado; la hematita, la magnetita; la limonita; la baritina, etc. Los artificiales incluyen trozos de hierro, bolas de metal, virutas de acero, limaduras de hierro, etc.

**Agregados de peso normal.-** Los agregados de peso normal naturales, incluyen las arenas y cantos rodados de río o cantera, la piedra partida, etc. Entre los artificiales las escorias de alto horno, el clinker triturado, el ladrillo partido, etc.

**Agregados livianos.-** Entre los agregados livianos naturales se encuentran la escoria volcánica y la piedra pomez. Entre los artificiales el clinker de altos hornos; las arcillas, pizarras y esquistos expandidos; la perlita, la vermiculita, etc.

Los agregados de peso normal comúnmente proceden de la desintegración, por causas naturales o medios artificiales de rocas con peso específicos entre 2.4 y 2.8. Aproximadamente; de manera que al utilizarlo se obtienen concreto con peso volumétrico, en estado fresco, en intervalos de 2200 a 2550 kg/m<sup>3</sup>.

### 2.8. AGREGADO FINO.

Es el agregado proveniente de la desintegración natural y/o artificial de rocas, que pasa como mínimo el 95% por el tamiz N° 3/8" (9.5mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (0.074 mm) que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037.

Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumplen con los límites establecidos en la norma NTP 400.037.<sup>30</sup>

Sin embargo el Manual de Ensayo de Materiales (EM 2016) del MTC E 204-2016, El cual está basado según a las normas ASTM C136, los mismos que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Este Manual indica que para mezclas de agregados grueso y fino: la muestra será separado en dos tamaños, por el tamiz 4.75mm (N°4). Por lo tanto, para la presente investigación, se manejará al tamiz N°4 ya que es la línea divisoria entre el agregados grueso y fino.

El agregado fino debe estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

La granulometría seleccionada deberá ser preferente mente continuo, con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, y N° 100 de la serie de Tyler.<sup>31</sup>

### **2.8.1. GRANULOMETRÍA (NTP 400.012).(MTC E 204)**

Se llama también análisis mecánico y consiste en la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de los agregados.

De la granulometría se obtiene el módulo de finura y la superficie específica, así como se verifica si el agregado cumple con las especificaciones técnicas del proyecto.

---

<sup>30</sup> Abanto Castillo, F. (1994), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

<sup>31</sup> Rivva López, E. (2007), "Diseño de Mezclas" Lima- Perú.

La granulometría influye en la trabajabilidad y economía del concreto ya que si el agregado tiene una gradación discontinua consumirá mayor pasta de cemento. En lo posible se debe trabajar con agregados de gradación uniforme o continua.

La medición del volumen de los tamaños de diferentes tamaños de partículas sería muy difícil su realización, es por ello que se realiza la medición de estas de forma indirecta, el cual es tamizándolas por medio de una serie de mallas de aberturas conocidas y pesando los materiales retenidos refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total. (Pasquel Carbajal, Tópicos de Tecnología de Concreto, 1998).

La serie de tamices estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene abertura igual a la mitad de la anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre de las mallas se establece en función del número de aberturas por pulgada cuadrada. (Pasquel Carbajal, Tópicos de Tecnología de Concreto, 1998)

El significado práctico del análisis granulométrico de los agregados estriba en que la granulometría influye directamente en muchas propiedades del concreto tanto fresco como endurecido, por lo que interviene como elemento indispensable en todos los métodos de diseño de mezclas.<sup>32</sup>

Los factores principales que rigen la granulometría de los agregados son tres: Primero el área de la superficie del agregado, que determina la cantidad de agua y pasta de cemento necesaria para cubrir todas las partículas, así que a menor área de superficie del agregado se requerirá menos pasta y, por tanto menos agua; segundo el volumen relativo ocupado por el agregado, es un requerimiento de tipo económico es que el agregado ocupe un volumen relativo tan grande como sea posible, puesto que es más barato que la pasta de cemento; y tercero la trabajabilidad de la mezcla y su tendencia del concreto a segregarse.

---

<sup>32</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Tópicos de Tecnología de Concreto" Lima- Perú.

La experiencia ha demostrado que es posible obtener concretos de calidad empleando agregados con granulometrías discontinuas; es decir excluyentes de determinados tamaños de agregados, siendo la principal desventaja de estas la posibilidad de una mayor segregación, la corrección de la granulometría del agregado fino por tamizado.

La recombinación, puede ser costosa e impracticable, para el agregado grueso puede ser fácilmente realizada.<sup>33</sup>

Es recomendable tener en cuenta lo siguiente:

- ❖ La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores que pasa la malla N°4 (4.75 mm) y retenidos en las mallas N°200 (0.075 mm) tal como especifica la ASTM C33 y NTP 400.037.
- ❖ El agregado no deberá retener más de 45% en dos tamices consecutivos cualquiera.
- ❖ En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites.

**TABLA 2.3:** Requisitos granulométricos para el agregado fino.

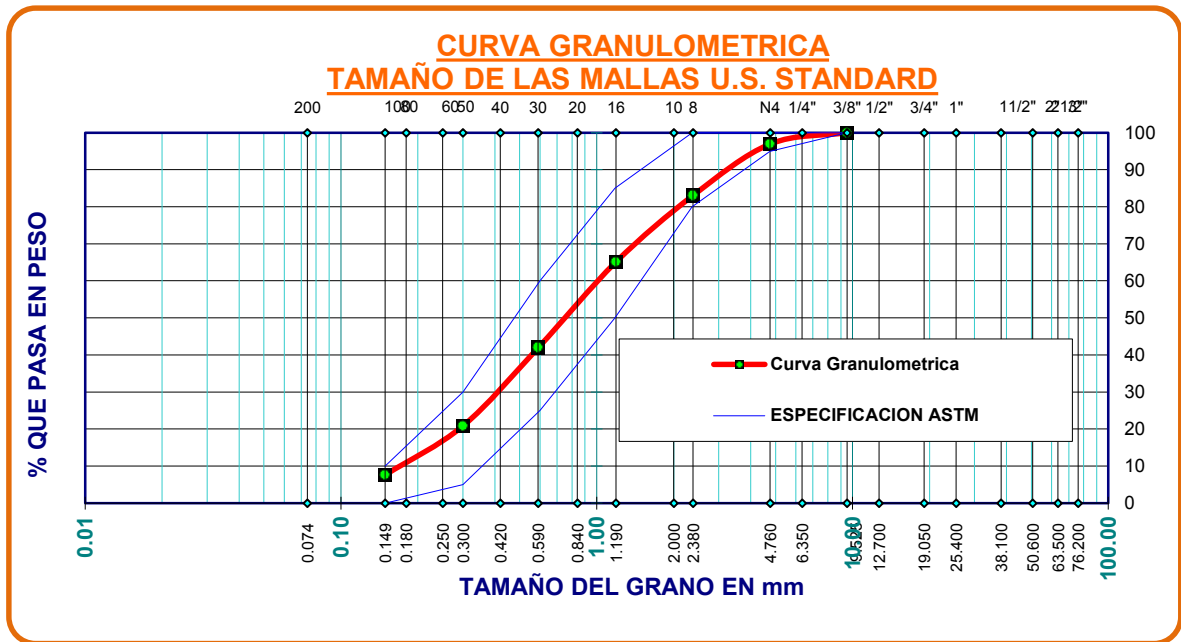
Tamiz Estándar	Límites
<b>9.5mm (3/8 pulg)</b>	<b>100</b>
<b>4.75mm (N°04)</b>	<b>95 a 100</b>
<b>2.36mm (N°08)</b>	<b>80 a 100</b>
<b>1.18mm (N°16)</b>	<b>50 a 85</b>
<b>600µm (N°30)</b>	<b>25 a 60</b>
<b>300µm (N°50)</b>	<b>05 a 30</b>
<b>150µm (N°100)</b>	<b>0 a 10</b>

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037.

El control de la granulometría se aprecia mejor mediante un gráfico, en la que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla, y las abscisas, las aberturas correspondientes. Con los datos de la tabla 2.3, dibujamos la curva envolvente, lo cual se muestra en la siguiente figura:

<sup>33</sup> Rivva López, E. (2000), "Naturaleza y materiales de Concreto" Lima- Perú.

FIGURA 2.3: Curvas envolventes para el agregado fino, según norma NTP 400.037



En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos.

### 2.8.2. MÓDULO DE FINEZA (NTP 400.011).

Criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material utilizado.<sup>34</sup>

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos.

<sup>34</sup> Sanchez Muñoz F.L. (2015), "Relacion de Resistencia a la Compresion del Concreto" Trujillo- Perú.

El módulo de finura se obtiene a través de la 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. (Abanto Castillo, 1994)

$$MF = \frac{\Sigma \% ACUMULADOS RETENIDOS(3", 1 1/2", 3/4, 3/8", N^{\circ}04", N^{\circ}08", N^{\circ}30", N^{\circ}50", N^{\circ}100")}{100}$$

Se estiman que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 - 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia. (Castillo, Tecnología del Concreto, 2009)

Además se recomienda que el módulo de fineza este entre 2.36 - 3.2, si excede el límite indicado +- 0.2, al agregado podrá hacerse ajustes en las proporciones de la mezcla para compensar las variaciones en la granulometría, estos ajustes no deben de significar reducciones en el contenido de cemento.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

### **2.8.3. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.016).(MTC E 215)**

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas.

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.

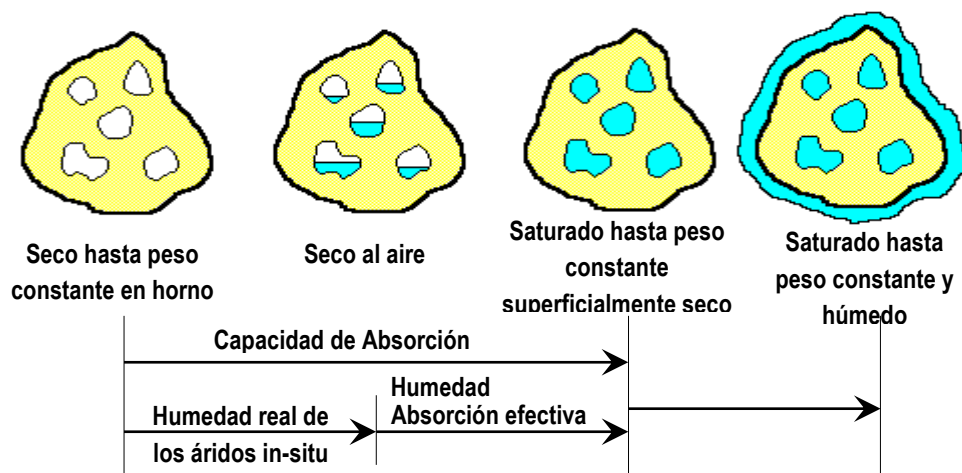
$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Fino} = \frac{(\text{PESO HUMEDO} - \text{PESO SECO})}{\text{PESO SECO}} * 100$$

#### 2.8.4. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022)(MTC E 205)

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>).

El peso específico de los agregados, también expresado como densidad, es la relación a una temperatura establece de la masa de un volumen de masa del mismo volumen de agua (ver gráfico 2.4).

FIGURA 2.4: Condiciones de Humedad



#### 2.8.4.1. PESO ESPECÍFICO DE MASA (Pem).

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas); a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (INDECOPI, NTP 400.022, 2002) El peso específico de masa (Pem) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$P.e.s = \frac{F}{B + A - D}$$

Donde:

**Pem: P.e.s:** Peso específico del sólido o masa

**A:** Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En El Aire)

**B:** Peso De Picnómetro + Agua

**D:** Peso Picnómetro + Agua + (A)

**F:** Peso Material Seco (105°C)

#### 2.8.4.2. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (SSS).

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa del agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas).

Comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas. (INDECOPI, NTP 400.022, 2002) El peso específico de masa saturada superficialmente seco (SSS) se determina por medio de la siguiente fórmula:



$$P. e. SSS = \frac{A}{B + A - D}$$

Donde:

**P.e.SSS:** Peso específico del sólido o masa saturada superficialmente

**A:** Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En El Aire)

**B:** Peso De Picnómetro + Agua

**D:** Peso Picnómetro + Agua + (A)

#### 2.8.4.3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea).

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de la porción impermeable del agregado, a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (INDECOPI, NTP 400.022, 2002) El peso específico aparente (Pea) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$P. e. a = \frac{F}{B + F - D}$$

**P.e.a** : Peso específico del sólido o masa saturada superficialmente

**B:** Peso De Picnómetro + Agua

**D:** Peso Picnómetro + Agua + (A)

**F:** Peso Material Seco (105°C)

### 2.8.5. ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022).(MTC E 205)

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en ésta, se expresa como porcentaje del peso seco. El agregado se considera "seco" cuando éste ha sido mantenido a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar. (INDECOPI, NTP. 300.078, 2002).

Según la NTP 400.022, la absorción es la cantidad de agua total que el agregado puede absorber de la condición seca a la condición saturada superficialmente seco en relación al peso de la muestra en (%).

$$\% \text{ DE ABSORCION} = \frac{A - F}{F * 100}$$

**Donde:**

**A:** Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En El Aire)

**F:** Peso Material Seco ( $105^{\circ}\text{C}$ )

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Si la humedad es inferior a la absorción, se deberá agregar más agua al concreto para compensar a los agregados. Por el contrario, si la humedad supera la absorción, habrá que quitar agua al concreto ya que los agregados estarán aportando agua.<sup>35</sup>

### 2.8.6. PESO UNITARIO (NTP 400.017).(MTC E 203)

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo.

<sup>35</sup> Calla Salcedo. (2003), "Diseño de Mezcla" Lima- Perú.

La norma NTP 400.017 (ASTM C-29) define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezcla para estimar las proporciones y dosificaciones.

Es el cociente de dividir, el peso de las partículas del agregado entre el volumen de las mismas, considerando los vacíos entre ellas (volumen aparente). Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico. Su determinación en el laboratorio no siempre corresponde al que se obtiene en condiciones de obra, ya que varía según las condiciones intrínsecas del agregado como: su forma, su granulometría y tamaño máximo con el volumen del recipiente, la forma de colocación.<sup>36</sup>

Existen 2 tipos de pesos unitarios:

#### **2.8.6.1. PESO UNITARIO SUELTO: (P.U.S.).**

En este ensayo se busca determinar el peso del agregado que llenaría un recipiente de Volumen unitario. Se usa el término "Peso volumétrico unitario" porque se trata del volumen ocupado por el agregado y por los huecos. Este peso se utiliza para convertir cantidades en peso a cantidades en volumen.

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del Material}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$

La norma NTP 400.017 que indica que el rango del peso unitario suelto del agregado fino. Es de 1.4 a 1.6.

---

<sup>36</sup> Tufino Santiago DR. (2009), "Tesis: Variación de Resistencias vs edades y relación a/c" Lima- Perú.

### 2.8.6.2. PESO UNITARIO COMPACTADO: (P.U.C.).

Es la relación entre el peso del material compactado y el volumen del recipiente que lo contiene. Este ensayo nos puede determinar el grado de compactación que pueden presentar los materiales en su estado natural.

Todos los agregados presentan distinta proporción entre el peso unitario compactado con el peso unitario suelto.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del Material Compactado}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$

La norma NTP 400.017 que indica que el rango del peso unitario compactado del agregado fino. Es de 1.50 a 1.70.

## 2.9. AGREGADO GRUESO.

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N.4) de la norma NTP 400.037 o en la norma ASTM C-33, proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma ya mencionada, los cuales están indicados en la tabla. Cabe mencionar que según la bibliografía el agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.<sup>37</sup>

### a) 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 lechos de ríos depositados en forma natural.

<sup>37</sup> Abanto Castillo, F. (1999), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

## b) 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 da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redonda.<sup>38</sup>

Para la presente investigación se ha utilizado el agregado grueso procedente de la cantera Río Guitarrane y cantera Isla, el agregado es de origen sedimentario, donde la acción erosiva de las aguas pluviales, la fuerza hidráulica y el acarreo de estos minerales, nos proporcionan un agregado de forma redondeada, denominados de canto rodado.<sup>39</sup>

### 2.9.1. GRANULOMETRÍA (NTP 400.012),(MTC E 204)

Se define como agregado grueso el material retenido como mínimo el 95% en el tamiz N° 4 (4.75 mm), que proviene de la desintegración natural o mecánica de las rocas; y cumple con lo establecido en la NTP 400.037. y ASTM C-136.

Denominado también análisis granulométrico, viene a ser la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños. Si un agregado no está dentro del huso granulométrico se puede ajustar separando el material pasándolo por una malla intermedia en las proporciones debidas. No interesa que las curvas estén fuera del huso granulométrico, lo que importa es que la combinación cumpla, ya que en definitiva es la que condiciona el resultado de la mezcla, para esto es preferible que no esté muy desfasado del huso granulométrico.<sup>40</sup>

<sup>38</sup> Abanto Castillo, F. (1994), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

<sup>39</sup> Calla Salcedo. (2003), "Diseño de Mezcla" Lima- Perú.

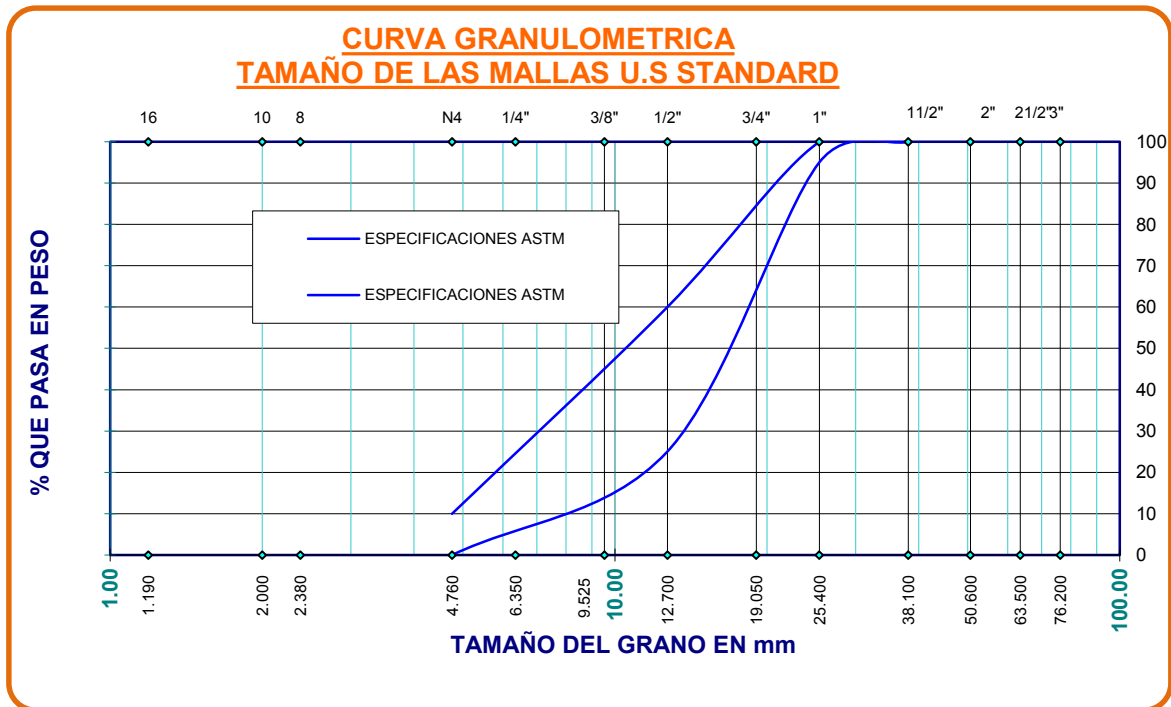
<sup>40</sup> Calla Salcedo. (2003), "Diseño de Mezcla" Lima- Perú.

Tabla 2.6: Límites granulométricos para el agregado grueso (NTP 400.037 y ASTM C 33)

Nº ASTM	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100mm (4 Pulg)	90mm (3 ½ Pulg)	75mm (3 Pulg)	63mm (2 ½ Pulg)	50mm (2 Pulg)	37,5mm (1 ½ Pulg)	25mm (1 Pulg)	19mm (¾ Pulg)	12,5mm (½ Pulg)	9,5mm (3/8 Pulg)	4,75mm (Nº 4)	2,36mm (Nº 8)	1,18mm (Nº 16)	4,75µm (Nº 50)
1	90mm a 37.5mm (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 (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 (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 (2 Pulg a Nº4)	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0 a 5	0	0	0	0
4	37.5mm a 19mm (1½ Pulg a ¾ Pulg)	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 (1½ Pulg a Nº4)	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 (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 (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	0	0	0
57	25mm a 4.75mm (1 Pulg a Nº4)	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 (¾ Pulg a 3/8 Pulg)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0	0	0	0
67	19mm a 4.75mm (¾ Pulg a Nº4)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	0	20 a 55	0 a 5	0	0	0
7	12.5mm a 4.75mm (½ Pulg a Nº4)	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	0 a 15	0 a 5	0	0	0
8	9.5mm a 2.36mm (3/8 Pulg a Nº8)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	40 a 70	0 a 5	0 a 5	0	0
89	9.5mm a 1.18mm (3/8 Pulg a Nº16)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	0 a 10	0 a 5	0	0
9	4.75mm a 1.18mm (Nº4 a Nº16)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037 y ASTM C 33

**FIGURA 2.5:** Curvas envolventes para el agregado Grueso, según norma NTP 400.037



**2.9.2. TAMAÑO MÁXIMO.**

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana, define al Tamaño Máximo del agregado grueso como aquel que “corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso”.

El Tamaño Máximo del agregado grueso viene a ser el tamaño de la abertura del tamiz que deja pasar todo el agregado.<sup>41</sup>

**2.9.3. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO**

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana, define al Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso como aquel que “corresponde el menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido”, la Norma NTP 400.037 define al "Tamaño Máximo Nominal" como a aquel que "corresponde el menor tamiz por la serie utilizada que produce el primer retenido". (RIVVA, 2000)

<sup>41</sup>Quevedo Haro E. (2013), “Manual de Tecnología de Materiales” Chimbote- Perú.

El Tamaño Máximo del agregado grueso viene a ser el tamaño de la abertura del tamiz que deja pasar todo el agregado. (Quevedo Haro, 2013).

En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:

- ◆ Un quinto, de la menor dimensión, entre caras de encofrados.
- ◆ Un tercio de la altura de las losas.
- ◆ Tres cuartos del espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o ductos de pre-esfuerzo.

#### 2.9.4. MÓDULO DE FINEZA (NTP 400.011)

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando este índice es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos.<sup>42</sup>

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", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividida entre 100.<sup>43</sup>

$$M.F = \frac{1''+3/4''+3/8''+N^{\circ}04+N^{\circ}08+N^{\circ}16+N^{\circ}30+N^{\circ}50+N^{\circ}100}{100}$$

<sup>42</sup> Abanto Castillo, F. (1994), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

<sup>43</sup> Abanto Castillo, F. (1994), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.



### 2.9.5. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185) ,(MTC E 215)

Es la cantidad de agua que posee el material en estado natural, es importante porque puede hacer variar la relación agua/cemento del diseño de mezcla y por tanto influye en la resistencia y otras propiedades del concreto.

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Grueso} = \frac{(\text{PESO HUMEDO} - \text{PESO SECO})}{\text{PESO SECO}} * 100$$

### 2.9.6. PESO ESPECÍFICO (NTP 400.021),(MTC E 206)

La Norma Técnica Peruana NTP 400.021, establece el método de ensayo para determinar el peso específico (densidad); peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas en agua del agregado fino, es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas NTP 400.021 (ASTM C-127) y NTP

El peso específico del agregado grueso es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamiento de mezclas y control. El valor del peso específico para agregados normales oscila entre 2 500 y 2 750 kg/m<sup>3</sup>.<sup>44</sup>

400.022 (ASTM C-128) establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. Hay que tener en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos.<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Tufino Santiago, D. (2009), "Variación de Resistencias vs edades y Relación a/c" Lima- Perú.

<sup>45</sup> Pasquel Carbajal, E. (1998), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

### 2.9.6.1. Peso Específico De Los Solidos Agregado Grueso

$$P. e. s = \frac{D}{A - B}$$

### 2.9.6.2. Peso Específico De Solidos Saturado Superficialmente Seca.

$$P. e. SSS = \frac{A}{A - B}$$

### 2.9.6.3. Peso Específico Aparente

$$P. e. a = \frac{D}{D - B}$$

**Donde:**

- A** : Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En El Aire)
- B** : Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En Agua)
- D** : Peso Del Material Seco (105°C)

### 2.9.7. ABSORCIÓN (NTP 400.021),(MTC E 206)

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y secado superficial. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.<sup>46</sup>

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

$$\% DE ABSORCION = \frac{A - D}{D} * 100$$

**Donde:**

- A** : Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En El Aire)
- D** : Peso Del Material Seco (105°C)

---

<sup>46</sup> Rivva López, E. (2000), "Naturaleza y materiales de Concreto" Lima- Perú.

### 2.9.8. PESO UNITARIO (NTP 400.017),(MTC E 203)

Para obtener el peso unitario se realizó un ensayo de este tipo para el agregado grueso, con la finalidad de obtener una mejor medida representativa de los agregados, tal como lo recomienda la Norma ASTM C 29 Y NTP 400.017 (Peso Unitario del agregado).

Los agregados redondeados de textura suavizada tienen, generalmente, un peso unitario más alto que las partículas de perfil angular y textura rugosa, de la misma composición mineralógica y granulometría.<sup>47</sup>

El peso unitario suelto o compactado para el agregado grueso el procedimiento es el mismo obtenido para el agregado fino, en donde

Se procedió a realizar los cálculos de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

#### 2.9.8.1. Peso Unitario Suelto.

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

La norma NTP 400.017 que indica que el rango del peso unitario suelto del agregado fino. Es de 1.5 a 1.6.

#### 2.9.8.2. Peso Unitario Compactado

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del Material Compactado}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$

La norma NTP 400.017 que indica que el rango del peso unitario suelto del agregado fino. Es de 1.6 a 1.9.

---

<sup>47</sup> Rivva López, E. (2000), "Naturaleza y materiales de Concreto" Lima- Perú.

## **2.9.9. ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGASTE (NTP 400.019),(MTC E 207).**

### **A. ABRASIÓN LOS ANGELES**

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Ángeles (Norma de ensayo ASTM C-131) no podrá ser mayor de cincuenta por ciento (50%).

Saber que tan resistente es el agregado que se va a utilizar ya sea para base, sub-base o carpeta asfáltica, en el presente estudio para la elaboración de concreto con agregado reciclado; ya que este material estará expuesto a una constante agresión física.

Determinar la dureza del agregado utilizando un método indirecto cuyo procedimiento se encuentra descrito en las Normas de Ensayo de Materiales para los agregados gruesos.

La resistencia a la abrasión, desgaste, o dureza de un agregado, es una propiedad que depende principalmente de las características de la roca madre. Este factor cobra importancia cuando las partículas van a estar sometidas a un roce continuo como es el caso de pisos y pavimentos, para lo cual los agregados que se utilizan deben estar duros.

### **B. LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.**

La Máquina de los Ángeles. Esta, es un aparato constituido por un tambor cilíndrico hueco de acero de 500 mm de longitud y 700 mm de diámetro aproximadamente, con su eje horizontal fijado a un dispositivo exterior que puede transmitirle un movimiento de rotación alrededor del eje. El tambor tiene una abertura para la introducción del material de ensayo y de la carga abrasiva; dicha abertura está provista de una tapa que debe reunir las siguientes condiciones:

- ❖ Asegurar un cierre hermético que impida la pérdida del material y del polvo.
- ❖ Tener la forma de la pared interna del tambor, excepto en el caso de que por la disposición de la pestaña que se menciona más abajo, se tenga certeza de que el material no puede tener contacto con la tapa durante el ensayo.
- ❖ Tener un dispositivo de sujeción que asegure al mismo tiempo la fijación rígida de la tapa al tambor y su remoción fácil. Para determinar la dureza se utiliza un método indirecto cuyo procedimiento se encuentra descrito en las Normas de Ensayo de Materiales para los agregados gruesos, consiste básicamente en colocar una cantidad especificada de agregado dentro de la Máquina de los Ángeles. Se añade una carga de bolas de acero y se le aplica un número determinado de revoluciones.

TABLA 2.5: Masa y número de bolas de Acero

TIPO	NUMERO DE ESFERAS	MASA DE LAS ESFERAS (GRS.)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

Fuente: Norma ASTM C-131.

El choque entre el agregado y las bolas da por resultado la abrasión y los efectos se miden por la diferencia entre la masa inicial de la muestra seca y la masa del material desgastado expresándolo como porcentaje inicial.<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Cachay Huaman, R. (2010), "Diseño de Mezclas" Lima- Perú.

## C. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Abrasión, determinar la granulometría en % retenidos de la muestra, a fin de elegir el método de acuerdo a los tamices que tiene el mayor porcentaje de retenidos. Prepara el material (5kg o 10kg) dependiendo si la muestra de agregados es mayor a 2" o menor a 2". Material <2" → ASTM C-131 (5 kg) Material >2" → ASTM C-535 (10 kg) Revisar si la máquina de los ángeles está en buen estado, ya que si contiene residuos mayores a 2mm se requiere limpiarla; luego se coloca la muestra, luego colocar la muestra abrasiva, para finalmente hacer girar la máquina a 30-33 rpm, durante 500 revoluciones. Luego el material es retirado y tamizado por la malla # 12.

### 2.9.10. ENSAYO DE DURABILIDAD (MTC E 209)

Es la resistencia a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, agentes corrosivos, o choques térmicos, entre otros, sin deterioro de sus condiciones físico-químicas con el tiempo. El concreto debe ser capaz de resistir a la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2% a 6% de aire con un agente incluso de aire, o aplicando un revenimiento protector a la superficie.<sup>49</sup>

El agregado utilizado en concreto y sujeto a la acción de las heladas deberá cumplir además de los requisitos obligatorios, el requisito de resistencia a la desintegración, por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. La pérdida promedio de masa después de 5 ciclos no deberá exceder de los siguientes valores:

<sup>49</sup> Abanto Castillo, F. (2009), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

TABLA 2.6: Porcentaje máximo de pérdida de masa (5 ciclos).

Solución utilizada	Agregado fino	Agregado grueso
Sulfato de sodio	10 %	12 %
Sulfato de magnesio	15 %	18 %

Fuente: Norma ASTM C-131.

## 2.10. DISEÑO DE MEZCLA

### 2.10.1. DEFINICIÓN Y CONCEPTOS GENERALES

El diseño de mezclas, es conceptualmente la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos, es usual el suponer que esta técnica consiste en la aplicación sistemática de ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en las obras.

En la tecnología del concreto moderna es una premisa básica el que no se puede separar el diseño de mezcla, del proceso constructivo en su integridad, existen condiciones que necesariamente requiere una solución original en lo que al diseño de mezclas se refiere. Entonces, se debe tener en claro que "NO existe método de diseño de mezclas perfecto, que se rija bajo una receta infalible para solucionar todos los casos prácticos de obra, por lo que las bondades de un método sobre otro reside en el criterio personal de quien los aplique y los resultados de cada profesional con su conocimiento técnico y experiencia que obtenga en obra".

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación el método de Diseño que se ha empleado, fue el método del **ACI**, entendiéndose que este método es utilizado a nivel experimental, la cual busca encontrar a partir de la combinación de %finos vs. %gruesos para así obtener el máximo porcentaje la cual representa la mejor compacidad y por ende la menor permeabilidad del concreto.

### **2.10.2. MÉTODO DEL ACI.**

Este método de diseño se desarrolló por el comité ACI N° 211 se trata de un diseño bastante simple con el cual se emplea algunas tablas con las que se pueden obtener con facilidad las proporciones de los componentes.

El procedimiento para la selección de las proporciones que se presenta en este capítulo es aplicable a concretos de peso normal y las condiciones para cada una de las tablas se indican en ellas. Los agregados deben cumplir con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por ASTM C-33, define el agua de mezcla empíricamente en función al Tamaño Máximo del agregado y del slump como medida de trabajabilidad, establece de manera empírica el volumen de agregado grueso compactado en seco en función del Tamaño Máximo de la piedra y el Módulo de fineza de la arena, y correlaciona la relación agua / cemento en peso con la resistencia en compresión.

Por otro lado, por motivos de simplificación no evalúa la granulometría integral de la mezcla de agregados, asumiendo que los valores empíricos de agregado grueso en función del Módulo de Fineza de la arena cubren todas las posibilidades, lo cual no es cierto en la práctica pues no distingue agregados angulosos y redondeados ni entre zarandeados y chancados, ni entre densos y porosos.

La única variante desde su aparición original ha sido admitir la posibilidad de modificar el contenido de piedra en + 10% dependiendo de la mayor o menor trabajabilidad que se desee a criterio del que diseña.

Para realizar el Diseño según el comité 211 del ACI se debe seguir la siguiente secuencia.



### A. : Selección de la Resistencia Promedio a partir de la Resistencia en Compresión Especificada y la Desviación Estándar:

Para hallar la resistencia a la compresión promedio requerida si tenemos la desviación estándar. (RIVVA, 2000).

**TABLA 2.7: Resistencia A La Compresión Promedio Con Desviación Estándar.**

$f'_{cr}$	$f'_{c+1.34s}$
$f'_{cr}$	$f'_{c+2.33s-35}$

Fuente: Riva López Enrique, Diseño de mezcla.

Donde:

- S: Desviación estándar.
- n: Numero de ensayos de la serie.

Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibiliten el cálculo de la desviación estándar, la resistencia promedio requerida debe ser determinada empleando los valores de la siguiente tabla.

**TABLA 2.8: Resistencia A La Compresión Promedio.**

$f'_{c}$ ( kg / cm <sup>2</sup> )	$f'_{cr}$ ( kg / cm <sup>2</sup> )
Menor de 210	$f'_{c} + 70$
210 a 350	$f'_{c} + 84$
Mayor de 350	$f'_{c} + 98$

Fuente: Riva López Enrique, Diseño de mezcla.

### B. Selección del Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso.

La Norma NTP 400.037 define al "Tamaño Máximo" como a aquel que "corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso".

La Norma NTP 400.037 define al "Tamaño Máximo Nominal" como a aquel que "corresponde el menor tamiz por la serie utilizada que produce el primer retenido". (Rivva Lopez, 2000).

La elección del TMN puede no estar limitada por la dimensión mínima del elemento a construir, sino de otros factores como el equipo disponible para mezclar o el método de colocación del concreto requerido, y cuando se trate de concreto bombeado recomienda el uso de agregados cuyo TMN varía entre 19mm (3/4") y 37.5 mm (1 1/2"). En Montejo (2013).

### C. Selección del Asentamiento.

La consistencia es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla. De acuerdo a su consistencia, las mezclas de concreto la clasifican en:

Mezclas secas: aquella cuyo asentamiento está entre cero y dos pulgadas (0mm a 50mm). Mezclas plásticas: aquella cuyo asentamiento está entre tres y cuatro pulgadas (75mm a 100mm). S Mezclas fluidas: aquella cuyo asentamiento está entre cinco a más pulgadas (mayor de 125mm). De todos ellos se considera que el ensayo de determinación del asentamiento, medido con el Cono de Abrams, es aquel que da una mejor idea de las características de la mezcla de concreto. (Rivva Lopez, 2000).<sup>50</sup>

**TABLA 2.9: Selección de la consistencia y asentamiento**

Asentamiento	Consistencia
0" - 2"	SECA
3" - 4"	PLASTICA
5"	FLUIDA

Fuente: Rivva López, Diseño de Mezclas y Flavio Abanto Castillo

### D. Selección del volumen unitario de agua (tablas)

<sup>50</sup> Rivva López, E. (2000), "Naturaleza y materiales de Concreto" Lima- Perú.

**TABLA 2.10: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados**

ASENTAMIENTO	AGUA EN L/M3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	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	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Contenido de Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<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	-
Contenido total de Aire (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: Rivva López, Diseño de Mezclas

### E. Selección del contenido del aire

**TABLA 2.11: Contenido de Aire atrapado**

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

### F. Selección de la relación Agua / Cemento (tablas).

**TABLA 2.12: Selección de la relación agua/cemento por resistencia**

f'cr (28 días)	Relación Agua - Cemento de diseño en peso.	
	Concretos Sin Aire Incorporado	Concretos Con Aire Incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas".

### G. Determinación del factor cemento.

En función de la Relación Agua / Cemento y la cantidad de agua.

Para la determinación del factor cemento se utilizó la siguiente fórmula:

### H. Contenido de agregado grueso

Se determina en la tabla N° 2.13, en donde influye el Tamaño Máximo Nominal, y el Módulo de Fineza del Agregado Fino.

**TABLA 2.13: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto**

Tamaño Máximo Nominal	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos Módulos de Fineza del Agregado Fino (b/b <sub>0</sub> )			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

### I. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso

Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de volúmenes absolutos de estos ingredientes, volumen absoluto de Según el análisis físico químico de minerales en el Laboratorio, el peso específico del cemento.

### J. Determinación del peso seco del agregado fino.

Para la determinación del peso seco del agregado fino se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen Absoluto Agregado. Fino} = 1 - \text{Suma De Vol. Conocidos}$$

### K. calculo de volumen absoluto de los materiales por m3 de concreto

### L. calculo peso seco de los materiales por m3 de concreto

### M. calculo peso materiales corregido por m3 de concreto

### 2.10.3. MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

En este método los contenidos de agregados finos y gruesos varían para las diferentes resistencias, siendo esta variación función principalmente de la relación agua cemento, del contenido total de agua expresados a través del contenido de cemento de la mezcla.

Este método tiene como consideración fundamental, además de lo ya descrito anteriormente, es que, el módulo de fineza del agregado, es un índice de su superficie específica y que en la medida que este aumente, e incrementa la demanda de pasta cementante. Como consecuencia de las investigaciones realizadas se ha podido establecer una ecuación que relacione el módulo de fineza de los agregados así como su participación porcentual en el volumen absoluto total del agregado. Con la aplicación de esta aplicación se determina el valor del Módulo de Fineza de la combinación de agregados más conveniente para condiciones dadas de la mezcla y dicha ecuación es la siguiente.

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

$$r_f = ( m_g - m ) / ( m_g - m_f ) \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

M =módulo de fineza de la combinación de los agregados.

m<sub>f</sub> =módulo de fineza del agregado fino.

M<sub>g</sub> =módulo de fineza del agregado grueso.

R<sub>f</sub> =% de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

R<sub>g</sub> =% de agregado grueso en relación al volumen absoluto total del agregado.

#### 2.10.4. MÉTODO DE FULLER

Este método de diseño de mezclas en general, se aplica cuando los agregados no cumplen con la Norma C33 de la ASTM y que corresponda a la Norma ITINTEC N° 4000.037.

Por otro lado el presente método de diseño es aplicable para contenidos de material cementante con más de 300 kg. De cemento por m<sup>3</sup> de concreto y cuando se tiene el tamaño máximo de agregado está comprendida entre ¾" y 2".

La ley de Fuller tiene una ecuación y es la siguiente.

$$Pd = 100 \sqrt{\frac{d}{D}}$$

Donde:

- Pd = % que pasa la malla "d".
- d = Abertura de la malla de referencia.
- D = Tamaño Máximo del agregado grueso.

Elección de la relación cemento / agua = Z (NO es relación agua / cemento)

$$Z = K1 \times Rm + 0.5$$

Donde:

- K1 : factor que depende de la forma del agregado de 0.0030 a 0.0045 para piedra chancada y de 0.0045 a 0.0070 para piedra redondeada.
- Rm : Resistencia promedio requerida f'c.

#### 2.10.5. MÉTODO DE WALKER.

El denominado método de Walter se desarrolla debido a la preocupación del profesor Norteamericano Stanton Walker, en relación con el hecho de que, sea cual fuera la resistencia de diseño del concreto y por tanto su relación agua cemento, contenido de cemento y características del agregado fino, la cantidad de agregado grueso era la misma, ello cuando se aplicaba el procedimiento de diseño desarrollado por el comité 211 de ACI.

Considerando que la relación fino-grueso debería variar en función del contenido de la pasta en la mezcla, así como del perfil y tamaño máximo nominal del agregado grueso, y que otro factor que debería ser considerado era la mayor o menor fineza del agregado fino, el profesor Walker desarrollo.

Dicha tabla se toma en consideración la fineza del agregado fino, clasificándolo en tres categorías fino mediano y grueso. Igualmente se considera si el agregado grueso es perfil redondeado o angular y, para cada uno de los dos casos, se considera cuatro alternativas de factor cemento. Todo ello permite encontrar en la tabla un porcentaje de agregado fino que se considera con el mas conveniente en relación al volumen total de agregado.

Calculando el volumen absoluto de agregado fino, se determina el agregado grueso por diferencia con el volumen absoluto total de agregados y, conocidos ambos, se determina el peso seco de cada uno de ellos en la mezcla.

El procedimiento anterior garantiza una mejor relación fino grueso en la mezcla de concreto. La tabla de Walker corresponde a concretos sin aire incorporado.

Éste método utiliza las tablas del Comité 211 del ACI, excepto para la determinación de los volúmenes de agregado fino y grueso, para lo cual utilizamos la tabla donde se obtiene el porcentaje en volumen del agregado fino a partir del tamaño máximo nominal del agregado grueso, factor cemento expresado en bls/m<sup>3</sup>, el módulo de finura del agregado fino y por otro lado considera además la forma de las partículas del agregado.

**TABLA 2.14: Porcentaje De Agregado Fino**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	AGREGADO REDONDEADO				AGREGADO ANGULAR			
	FACTOR CEMENTO EXPRESADO EN SACOS POR METRO CUBICO				FACTOR CEMENTO EXPRESADO EN SACOS POR METRO CUBICO			
	5	6	7	8	5	6	7	8
AGREGADO FINO - MODULO DE FINEZA DE 2.3 A 2.4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	53	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
AGREGADO FINO - MODULO DE FINEZA DE 2.6 A 2.7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
AGREGADO FINO - MODULO DE FINEZA DE 3.0 A 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

### 2.10.6. MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL.

Hace ya desde el comienzo del siglo pasado los investigadores vienen dedicando preferente atención a la granulometría total del agregado. A esta característica particular se le relaciona directamente con la compacidad final, de la cual dependen la mayoría de las virtudes del concreto, en especial la resistencia mecánica, la durabilidad, estabilidad de volumen e impermeabilidad, que son indicadores de la calidad del concreto final.

La obtención de la granulometría ideal o la más óptima para el diseño de mezclas, ha sido la preocupación de los investigadores así se conoce que D' Henry Chatelier (1850 – 1936).



En los Estados Unidos de América, Richard B. Fuller y J. Thompson, en 1917 proponen una curva granulométrica continua y basan en ella un método de dosificación científica de concretos que es conocido como "Método de Fuller".

En 1925 en Suiza, el Profesor Bolomey propone también una curva granulométrica continua, pero que también incluía el cemento. Por esos años el Profesor Caquot, en Francia, encontró una solución matemática para la composición granulométrica de los concretos. Por un lado determino que "El volumen absoluto varia proporcionalmente al tamaño de los agregados y a la superficie de las paredes que lo contienen (Efecto Pared). Estos conceptos teóricos del Profesor Caquot fueron luego utilizados por Faury y Joisel para su aplicación practica en sus métodos de dosificación de concretos por "Curvas de referencias", los cuales se definen como la curva granulométrica resultante de la mezcla en proporciones variables de granos finos, medianos y gruesos que se considera optimo para ese tipo de concreto.

Por tanto según estos investigadores para la correcta dosificación se parte de esta curva de referencia teórica, y con los materiales que se disponga se hace variar las proporciones de diferentes tamaños con el objetivo de llegar a una aproximación razonable para los fines prácticos.

Para el entendimiento del método del agregado global es necesario saber que: "Los concretos de distinta composición granulométrica requieren dosis de agua muy distintas para obtener iguales o parecidas consistencias en el concreto fresco y con un mismo grado de trabajabilidad".

"Las granulometrías discontinuas restan trabajabilidad a las mezclas y a medida que la discontinuidad aumenta por ausencia de determinadas fracciones granulométricas, también disminuye la trabajabilidad y aumenta la dificultad para amasar las mezclas".

“Las fracciones de polvo muy fino de los agregados son devoradores de cemento, ya que se debe emplear mucho más cemento para recubrir su enorme superficie específica”.

“Para una misma energía de compactación, la influencia de la composición granulométrica es mayor, cuanto menor es la cantidad de cemento y la fluidez de la mezcla”.

Entiéndase por Agregado global al material compuesto por la mezcla del agregado fino y agregado grueso, pudiendo considerarse al hormigón como tal. Es necesario precisar que el agregado global está normalizado en Inglaterra, Francia, Alemania y la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT.

El módulo de finura es considerado como un parámetro de mucha importancia, ya que estudiosos e investigadores han logrado establecer, que para una misma cantidad unitaria de agua, agregados con igual módulo de finura ofrecen similar comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido (consistencia y resistencia a la compresión), esto independientemente de la granulometría de los agregados grueso y fino.

Una vez estudiada las características de las mezclas de concreto, determinaremos cual es módulo de finura del agregado global, con el cual se logra un buen concreto, y este módulo de finura deberá aplicarse para proporcionar las nuevas mezclas.

Para determinar el módulo de finura del agregado global, debemos tener como datos el módulo de finura del agregado grueso y fino respectivamente para luego aplicar la siguiente formula:

$$MFAG = MFG(A + MFF(1 - A)) \dots\dots\dots(1)$$

MFAG = Módulo de finura del agregado global

MFG = Módulo de finura del agregado grueso

MFF = Módulo de finura del agregado fino

A = Porcentaje en volumen del agregado grueso en el agregado global

De la ecuación (1), podemos despejar "A"

$$A = \frac{MFAG - MFF}{MFG - MFF}$$

De tal manera que podemos proporcionar el agregado grueso y el agregado fino a partir del conocimiento del módulo de finura de cada uno de los agregados y el agregado global.

La variabilidad de la distribución granulométrica que podemos hallar, sobre todo en una cantera natural de río, hace necesario tener un método adecuado de diseño de mezclas para lograr un comportamiento uniforme del concreto resultante.

Conocidas las características de los materiales componentes de la mezcla de concreto, la secuencia de diseño es la siguiente:

Paso 1.- Selección del asentamiento.

Paso 2.- Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso, en función de las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto.

Paso 3.- Estimación del volumen unitario de agua, para un determinado asentamiento "slump", por metro cúbico de concreto, en función del asentamiento y el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Paso 4.- Selección de la relación agua-cemento (a/c).

Para la elección de la relación agua-cemento (a/c), en nuestro caso nosotros decidimos cual será nuestra relación agua-cemento (a/c).

Paso 5.- Cálculo del contenido de cemento.

Para la obtención de la cantidad de cemento dividimos la cantidad de agua estimada entre la relación agua-cemento (a/c) seleccionada para elaborar un metro cúbico de concreto.

Paso 6.- Determinación del volumen absoluto del agregado total (fino y grueso).

Se determina restando de la unidad cúbica la suma de volúmenes absolutos de la pasta (cemento, agua y aire).

Vol. Abs. Agregado Total = 1 m<sup>3</sup> – Vol. (Cemento + agua + aire).

Paso 7.- Determinación de las proporciones en porcentaje de participación de agregado fino y grueso en la mezcla de concreto.

Basado en ensayos de laboratorio. (Peso unitario compactado en diferentes proporciones de piedra y arena, hasta conseguir la proporción óptima o ideal para obtener la máxima compactación del concreto).

Paso 8.- Determinación del volumen absoluto de los agregados grueso y fino.

% de piedra = A x Volumen absoluto agregado total (m<sup>3</sup>).

% de arena = (1-A) x Volumen absoluto agregado total (m<sup>3</sup>).

Paso 9.- Cálculo de los pesos que corresponden a los volúmenes absolutos de los agregados.

Paso 10.- Corrección por humedad y absorción del agregado.

Peso húmedo Piedra = Peso piedra X (1+humedad piedra).

Peso húmedo arena = Peso arena X (1+humedad de arena).

Paso 11.- Cálculo de proporciones de los materiales componentes de la mezcla para el número y cantidad de ensayos de laboratorio. En nuestro caso variable como se aprecia en los cuadros de diseño de mezclas.

Paso 12.- Elaboración y control del asentamiento deseado. En caso de no cumplir con lo previsto en el diseño teórico volvemos a diseñar la mezcla desde el tercer paso.

## **2.11. ELABORACION DE PROBETAS**

### **2.11.1. DETERMINACION DE LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES PARA LOS VACIADOS**

Inicialmente se tenía programado elaborar 9 briquetas de concreto preparado con agregado de color amarillo (Cantera Río Guitarrane). Pero se elaboró una briketa más en caso se tenga una muestra defectuosa. Teniendo una cantidad de 10 briquetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura para el concreto de cantera Río Guitarrane y de igual manera para las briquetas de concreto preparados con agregados de color gris (Cantera Isla), la misma cantidad de briquetas sumando un total de 20 briquetas.

### **2.11.2. DE LA COLOCACION DEL CONCRETO FRESCO A LOS MOLDES.**

Al igual que el ensayo de Asentamiento, esta se realizó de la misma forma teniendo en cuenta que en este ensayo se tuvo que golpear ligeramente con un mazo de goma de 10 a 15 oportunidades, según (Norma ASTM C 31) esto para liberar las burbujas que quedaron atrapadas.

## **2.12. AGUA PARA CURADO**

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en obras es usual el empleo de la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado.

El curado es un proceso que consiste en mantener húmedo el concreto por varios días después de su colocación, con el fin de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (Hidratación del Cemento). El concreto alcanza el 70% de su resistencia especificada a los 7 días del vaciado.

La resistencia final del concreto depende en gran manera de las condiciones de humedad y temperatura durante este periodo inicial. El 30% o más de la resistencia, puede perderse por un secado prematuro del concreto si la temperatura baja a 5°C o menos durante los primeros días, a menos que se mantenga el concreto continuamente húmedo durante un largo tiempo después del descenso de temperatura. La congelación del concreto fresco puede reducir su resistencia hasta el 50%.

## **2.13. MÉTODOS DE CURADO**

### **2.13.1. Curado Con Agua**

El método elegido debe proporcionar una cubierta de agua continua y completa libre de cantidades perjudiciales de materias deletéreas o de otras que ataquen, manche, o decoloren el concreto. Se debe evitar el impacto térmico debido al empleo de agua fría (Castillo, Tecnología del Concreto, 2009).<sup>51</sup>

### **2.13.2. Inmersión.**

Se emplea cuando se trata de losas como pisos de puentes, pavimentos, techos planos, es decir cualquier lugar donde sea posible crear un charco de agua mediante un bordo o dique de tierra u otro material en el borde de una losa. Debe evitarse los daños provocados por la liberación prematura; el agua de curado no debe de ser de 11°C más fría que el concreto, ya que el posible desarrollo de esfuerzos de temperatura en la superficie puede causar agrietamiento (Castillo, Tecnología del Concreto, 2009).

---

<sup>51</sup> Abanto Castillo, F. (2009), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

### 2.13.3. **Aspersión.**

La aspersión o rociado intermitentes no son recomendables si permiten que se seque la superficie del concreto; El rociado de niebla o aspersión mediante boquillas o aspersores proporciona un curado excelente, cuando la temperatura es bastante superior a la congelación (Castillo, Tecnología del Concreto, 2009).

### 2.13.4. **Costales, carpetas de algodón y alfombras.**

Los costales, carpetas de algodón, alfombras y otras cubiertas de material absorbente retendrán agua sobre la superficie del concreto, sea esta horizontal o vertical (Castillo, Tecnología del Concreto, 2009).

### 2.13.5. **Curado con tierra.**

El curado con tierra mojada se emplea con éxito en losas y pisos pequeños. Lo principal es que la tierra esté libre de partículas mayores de 1" (25mm) y que no contenga cantidades peligrosas de materia orgánica (Castillo, Tecnología del Concreto, 2009).

### 2.13.6. **Arena y Aserrín.**

La arena limpia y el aserrín mojados se emplean para el curado de la misma forma que la tierra. El aserrín no debe contener cantidades excesivas de ácido tánico (**Castillo, Tecnología del Concreto, 2009**).

### 2.13.7. **Paja o Heno.**

Pueden emplearse la paja o el heno mojados, pero se corre el riesgo de que el viento los levante, a menos que se cubran con tela de alambre. También existe el peligro de incendio si se dejan secar. Se utiliza una capa de 15 cm de espesor (**Castillo, Tecnología del Concreto, 2009**).

## **2.14. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO (NTP 339.034, ASTM C-39, MTC E 704)**

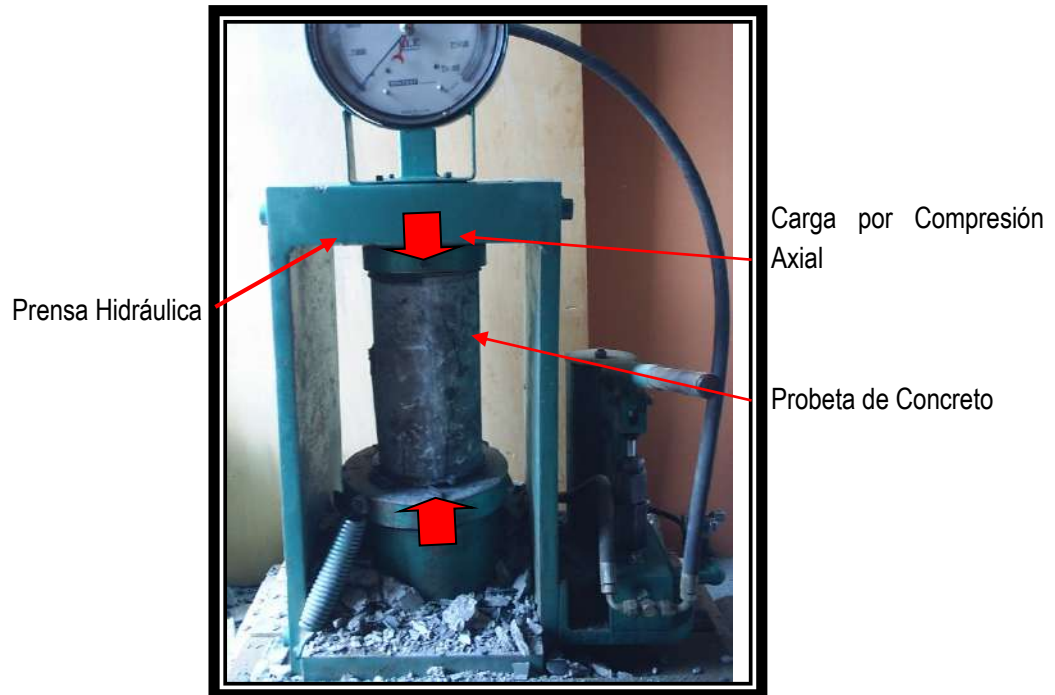
La resistencia del concreto es considerada como la característica más valiosa, esta viene asociado, como la durabilidad, impermeabilidad, estabilidad de volumen, sin embargo, la resistencia a la compresión del concreto suele dar un panorama general de la calidad del concreto, por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento.

La resistencia así como los cambios en la durabilidad y volumen de la pasta endurecida de cemento, al parecer no dependen tanto de la composición química como de la estructura física de los productos de hidratación del cemento y de sus proporciones volumétricas, Para comprometer su influencia en la resistencia es indispensable considerar la mecánica de las fracturas del concreto bajo el esfuerzo, puesto que en nuestro conocimiento de este aspecto fundamental es inadecuado; es necesario relacionar la resistencia con parámetros medibles de la estructura de la pasta de cemento hidratado.

Entonces entendemos que, la resistencia a la compresión del concreto es el máximo esfuerzo que puede soportar por dicho concreto, es decir sin presentar agrietamiento y/o fracturarse, esta es la propiedad más característica del concreto y que esta relaciona a la calidad del concreto. El ensayo consiste en someter a esfuerzos de compresión de probetas cilíndricas de 6"X12", las cuales son moldeadas y curadas de acuerdo a las normas vigentes, para finalmente estas son sometidas a compresión axial en la prensa hidráulica (laboratorio). La resistencia a la compresión del concreto, en general esta se incrementa significativamente conforme transcurren los días, así mismo esta depende principalmente del contenido de humedad que tenga durante ese tiempo, la cual afecta considerablemente la resistencia final del concreto endurecido, teóricamente entendemos que la resistencia a la compresión del concreto está en función a la relación agua/cemento, por ello la búsqueda de diseño de concreto de alto desempeño para así garantizar la durabilidad.



**FIGURA 2.6: Ensayo de Compresión Simple**



Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia específica,  $f_c$ , en la especificación de trabajo.<sup>52</sup>

### **2.15. ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE (ROTURA DE BRIQUETAS)**

Este ensayo fue realizado en conformidad con la norma ASTM C39, y La NTP 339.034 (Anexo-10) esta norma se aplica a concretos con peso unitario mayores de  $800\text{kg/m}^3$  y 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.

<sup>52</sup> Diaz Farfán, J. (2000), "Tecnología del Concreto" Cusco- Perú.

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).<sup>53</sup>

La resistencia a la compresión de la probeta cilíndrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{P}{A} \left( \frac{Kg}{cm^2} \right)$$

$$A = \frac{\pi \phi^2}{4}$$

$f'c$  : Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto. (Kg/cm<sup>2</sup>).

$P$  : Carga de rotura (kg).

$\phi$  : Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

$A$  : Área promedio de la probeta (cm<sup>2</sup>).

### 2.15.1. Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto

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:"<sup>54</sup>

**TABLA 2.15:** 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 1995

Vargas, Garzón, Coba & Arequipa (2012) mencionan que el porcentaje según la resistencia y el curado en días será de 65% a los 7 días, 80% a los 14 días y 100% a los 28 días.

<sup>53</sup> Abanto Castillo, F. (1994), "Tecnología del Concreto" Lima- Perú.

<sup>54</sup> Harsen T. (1995), "Supervision de Obras de Concreto" Lima - Peru

Las siguientes consideraciones que se deben tomar en cuenta a la  $f'c$ .

- A) Cada promedio aritmético de 3 ensayos de resistencias consecutivas a los 28 días será mayor igual a  $f'c$ .
- B) Ningún ensayo individual de resistencia será menor que  $f'c$  en más de 35 Kg/cm<sup>2</sup> cuando  $f'c$  es 350 Kg/cm<sup>2</sup> o menor.
- C) Ningún ensayo individual de resistencia será menor que  $f'c$  en más de  $0.10f'c$  cuando  $f'c$  es mayor que 350 Kg/cm<sup>2</sup>.

**TABLA 2.16: Coeficiente de Variación y Desviación Estándar**

<i>DISPERSIÓN TOTAL</i>					
<i>CLASE DE OPERACIÓN</i>	<i>DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL</i>				
	<i>EXCELENTE</i>	<i>MUY BUENO</i>	<i>BUENO</i>	<i>SUFICIENTE</i>	<i>DEFICIENTE</i>
<i>Concreto en Obra</i>	<i>Menor a 28.1</i>	<i>28.1 a 35.2</i>	<i>35.2 a 42.2</i>	<i>42.2 a 49.2</i>	<i>Mayor a 49.2</i>
<i>Concreto en Laboratorio</i>	<i>Menor a 14.1</i>	<i>14.1 a 17.6</i>	<i>17.6 a 21.1</i>	<i>21.1 a 24.6</i>	<i>Mayor a 24.6</i>

<i>DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS</i>					
<i>CLASE DE OPERACIÓN</i>	<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (VT), PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL</i>				
	<i>EXCELENTE</i>	<i>MUY BUENO</i>	<i>BUENO</i>	<i>SUFICIENTE</i>	<i>DEFICIENTE</i>
<i>Concreto en Obra</i>	<i>Menor a 3</i>	<i>3 a 4</i>	<i>4 a 5</i>	<i>5 a 6</i>	<i>Mayor a 6</i>
<i>Concreto en Laboratorio</i>	<i>Menor a 2</i>	<i>2 a 3</i>	<i>3 a 4</i>	<i>4 a 5</i>	<i>Mayor a 5</i>

*Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto, Ing. Enrique Pasquel Carvajal*

### 2.15.2. Preparación de equipos para medir las deformaciones del concreto, a través del ensayo de compresión simple.

Para una obtención ideal en experimentación de probetas de concreto en laboratorio, es de suma importancia los equipos que intervendrán en la obtención de datos por lo cual deberán estar debidamente calibrados y certificados, los instrumentos para así tener datos verdaderos y precisos, disminuyendo los errores de los resultados finales y los equipos que nos permitirán determinar el módulo de elasticidad del concreto son los siguientes:

- ❖ Prensa hidráulica de concreto.
- ❖ Compresómetro (deformímetro HUMBOLT).

### 2.15.3. Prensa hidráulica de concreto

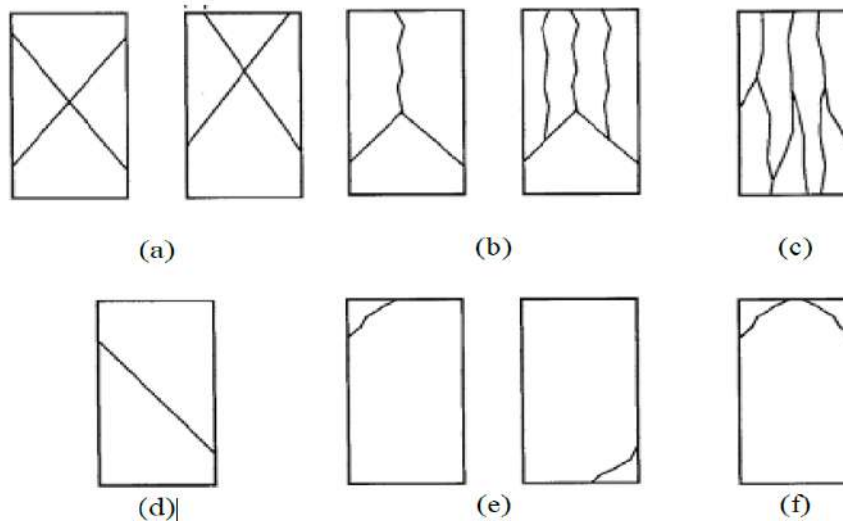
Una máquina de prensa hidráulica tiene la función principal, de aplicar fuerzas de compresión compuesto por un sistema hidráulico que permite la rotura de probetas de concreto armado, que permite ver los resultados de los ensayos como son fecha, hora, tipo de ensayo, fuerza máxima, esfuerzo y velocidad de ensayo.

La prensa hidráulica de concreto que utilizamos para someter a una carga de compresión a las probetas, tiene una capacidad de 100 toneladas y su apreciación de lectura en la carga es de 10 kilogramos, además que esta calibrada.

### 2.16. TIPO DE FRACTURA

Según la norma ASTM C39, los tipos de fractura que pueden presentarse son:

**FIGURA 2.7: Tipo de falla de cilindros de prueba estándar**



- Conos bien formados en ambos extremos.
- Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
- Grietas columnares y conos mal formados.
- Fractura diagonal, sin grietas.
- Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
- Fracturas laterales en la parte superior.

## **2.17. MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS (MTC E 101)**

El objeto es el muestreo e investigación de suelos y rocas con base en procedimientos normales, mediante los cuales deben determinarse las condiciones de los suelos y rocas.

Establecer los procedimientos adecuados de muestreo de suelos y rocas, que permitirán la correlación de los respectivos datos con las propiedades del suelo, tales como plasticidad, permeabilidad, peso unitario, compresibilidad, resistencia y gradación; y de la roca, tales como resistencia, estratigrafía, estructura y morfología.

## **2.18. ANALISIS PETROGRAFICO DE AGREGADOS**

Este análisis permite describir y clasificar los constituyentes de la muestra, determinar sus cantidades relativas, identificar tipos y variedades de rocas, contenido de minerales inestables o reactivos química y volumétricamente, grado de meteorización, nivel de porosidad y posible presencia de contaminantes en los agregados.

Este método de ensayo cubre la determinación del porcentaje de partículas livianas en agregados mediante la separación asentamiento – flotación en un líquido pesado de gravedad específica apropiada.

## **SIMBOLOS GRAFICOS PARA SUELOS**

Tanto en los perfiles como en los registros estratigráficos se deberán usar los símbolos que se muestran en los anexos.

## 2.19. ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (NTP 339.084),(MTC E 708).

Establecer el procedimiento de ensayo de tracción indirecta de cilindros normales de concreto (diámetro =  $150 \pm 3$  mm y longitud =  $300 \pm 6$  mm).

Marcas – Se dibujan diámetros sobre cada extremo del espécimen, utilizando un aparato adecuado, que permita asegurar que se encuentran en el mismo plano axial (Figuras 1 y 2).

Medida de Diámetro y Longitud – El diámetro se determina con aproximación de 0,25 mm (0,1") mediante el promedio de tres medidas realizadas una cerca a cada extremo y una en el centro del cilindro. La longitud se determina con aproximación de 0,25 mm (0,1"), mediante el promedio de por lo menos dos medidas.

También se puede centrar el espécimen utilizando las marcas dibujadas así: colocado el listón inferior, se alinea el cilindro de forma que una de las líneas marcadas, quede centrada y vertical. El otro listón se coloca de forma que el punto de tangencia coincida con el otro extremo del diámetro vertical.

Velocidad de carga – Se aplica carga al cilindro en forma continua evitando impacto, a velocidad constante comprendida entre 689 kPa/min (100 lb/pulg<sup>2</sup>/min) y 1380 kPa/min (200 lb/pulg<sup>2</sup>/min) mientras se rompe el cilindro.

Por lo tanto, la velocidad de aplicación de carga para cilindros normales de 152 mm por 305 mm (6" por 12") esta comprendida entre 50 y 100 kN/min (11300 y 22600 lbf), se anota la carga de la máquina en el momento de rotura, lo mismo que el tipo de rotura y la apariencia del concreto.

## 2.20. CONSIDERACIONES DE UNA INVESTIGACION DESCRIPTIVA

No siempre los datos apoyan las hipótesis. Pero el hecho de que éstos no aporten evidencia en favor de las hipótesis planteadas de ningún modo significa que la investigación carezca de utilidad. Claro que a todos nos agrada que lo que suponemos concuerde con nuestra realidad. Sin embargo, en la investigación el fin último es el conocimiento y, en este sentido, también los datos en contra de una hipótesis ofrecen entendimiento. Lo importante es analizar por qué no se aportó evidencia en favor de las hipótesis. A propósito, conviene citar a Van Dalen y Meyer (1994, p. 193).<sup>55</sup>

## 2.21. HIPOTESIS DESCRIPTIVO

Solamente contienen una variable. Si contiene más de una variable estas hipótesis no establecen asociación o relación causa efecto entre los fenómenos o variables que contienen, ni establecen relación temporal de sucesos, estas hipótesis solo se ocupan de describir las variables que contienen sin buscar ningún tipo de explicación y sin explicar la asociación existente si la hubiera.<sup>56</sup>

Las hipótesis de una sola variable son las descriptivas que postulan uniformidades o irregularidades, comportamientos, respecto a una población, Investigación científica.<sup>57</sup>

---

<sup>55</sup> Hernandez, Fernandez & Baptista. (2010), "Metodología de la Investigacion" Mexico

<sup>56</sup> Hernandez, Fernandez & Baptista. (2010), "Metodología de la Investigacion" Mexico

<sup>57</sup> Oncevay Espinoza (2015), "Universidad Nacional Federico Villareal" Lima-Peru

## **CAPÍTULO III:**

### **HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. HIPÓTESIS**

##### **3.1.1. Hipótesis General**

**H.G:** Existen diferencias significativas entre el análisis comparativo de la calidad del concreto elaborado con agregados del Rio Guitarrane e Isla, para obras de Construcción Puno 2018.

##### **3.1.2. Hipótesis Especifico**

**H.1:** Existe diferencias significativas en las características optimas del agregado del rio Guitarrane e Isla, para calidad del concreto en obras de construcción.

**H.2:** Existe diferencias poco significativas en el diseño de mezcla optima con agregado del Rio Guitarrane e Isla, para calidad del concreto en obras de construcción.

**H.3:** Existe una similitud significativa en la Resistencia a la compresión del concreto elaborados con Agregados de Rio Guitarrane e Isla, para ca calidad del concreto en obras de construcción.

#### **3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

- **AGREGADOS**

Cantera Rio Guitarrane color Amarillo

Cantera Isla color Gris



### **3.2.1. DIMENSIONES**

#### **Cantera Río Guitarrane Color Amarillo**

- Características y propiedades de los agregados
- Diseño de mezcla
- Resistencia a la compresión del concreto

#### **Cantera Isla Color Gris**

- Características y propiedades de los agregados
- Diseño de mezcla
- Resistencia a la compresión del concreto

### **3.2.2. INDICADORES**

#### **Cantera Río Guitarrane Color Amarillo**

##### **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MORFOLÓGICAS:**

- Tamaño
- Peso
- Forma
- Textura

##### **PROPIEDADES FÍSICAS**

- Granulometría
- Módulo de Fineza
- Contenido de Humedad
- Porcentaje de absorción
- Peso Específico
- Peso Unitario
- Tamaño Máximo Nominal

#### **Diseño de Mezcla**

- 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### **Resistencia a la Compresión del Concreto**

- 7 días
- 14 días
- 28 días

### **Cantera Isla Color Gris**

#### **CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y MORFOLOGICAS:**

- Tamaño
- Peso
- Forma
- Textura

#### **PROPIEDADES FISICAS**

- Granulometría
- Módulo de Fineza
- Contenido de Humedad
- Porcentaje de absorción
- Peso Especifico
- Peso Unitario
- Tamaño Máximo Nomina

### **Diseño de Mezcla**

- 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### **Resistencia a la Compresión del Concreto**

- 7 días
- 14 días
- 28 días

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADORES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENCIONES	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADORES
(VARIABLE INDEPENDIENTE) CALIDAD DEL CONCRETO	La calidad del concreto depende de las principales características como son: Las Características de los Agregado, Diseño de mezcla y la principal característica para determinar la calidad del concreto es la Resistencia a la compresion del concreto ensayados a las edades de 7, 14, 28 días mediante ensayo de compresion simple	Agregado del Río Guitarrane "Amarillo"	La característica principal del agregado del río Guitarrane es en cuanto al color Amarillo El agregado es uno de los componentes mas importantes despues del cemento, los agregados constituyen un 71% y 85% del peso del concreto cuya Finalidad es la disminucion de costos del concreto de buena calidad	Características y Propiedades del Agregado	Según la norma NTP considera los tipos de requisitos que debe de cumplir los agregados naturales, a usarse en concreto de Cemento Portland. 1) Granulometría 2) secundario (el índice de espesor, resistencia mecánica y granulometría del agregado fino) En la Región Puno se tienen un número apreciable de tipos de cantera de Agregados; pero en el caso particular para la investigación, y por las características que presenta la cantera seleccionada como es : Cantera río Guitarrane (Agregado color Amarillo), estas son provenientes de depósitos aluviales y por lo tanto solo se hace referencia al respecto.	<b>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MORFOLÓGICAS:</b> Composición Mineralogía Tamaño Peso Forma Textura <b>PROPIEDADES FÍSICAS</b> Granulometría Módulo de Fineza Contenido de Humedad Porcentaje de absorción Peso Específico Peso Unitario Tamaño Máximo Nominal
				diseño de Mezcla	El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto.	f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup>
				Resistencia a la Compresion del Concreto	ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE Denominado también ensayo de Compresión Uniaxial, este ensayo consiste en aplicar cargas compresivas axiales cada vez mayores, a probetas rocosas y/o minerales cilíndricas, hasta producir su rotura.	7 Días 14 Días 28 Días
		Agregado de la cantera Isla "Gris"	La característica principal del agregado de la cantera Isla es en cuanto al color comun de las principales canteras es Gris. El agregado es uno de los componentes mas importantes despues del cemento, los agregados constituyen un 71% y 85% del peso del concreto cuya Finalidad es la disminucion de costos del concreto de buena calidad	Características y Propiedades del Agregado	Según la norma NTP considera los tipos de requisitos que debe de cumplir los agregados naturales, a usarse en concreto de Cemento Portland. 1) Granulometría 2) secundario (el índice de espesor, resistencia mecánica y granulometría del agregado fino) En la Región Puno se tienen un número apreciable de tipos de cantera de Agregados; pero en el caso particular para la investigación, y por las características que presenta la cantera seleccionada como es : Cantera Isla (Agregado color Gris) , estas son provenientes de depósitos aluviales y por lo tanto solo se hace referencia al respecto.	<b>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MORFOLÓGICAS:</b> Composición Mineralogía Tamaño Peso Forma Textura <b>PROPIEDADES FÍSICAS</b> Granulometría Módulo de Humedad Contenido de Humedad Porcentaje de absorción Peso Específico Peso Unitario Tamaño Máximo Nominal
				diseño de Mezcla	El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto.	210 Kg/cm <sup>2</sup>
				Resistencia a la Compresion del Concreto	ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE Denominado también ensayo de Compresión Uniaxial, este ensayo consiste en aplicar cargas compresivas axiales cada vez mayores, a probetas rocosas y/o minerales cilíndricas, hasta producir su rotura.	7 Días 14 Días 28 Días

## **CAPÍTULO IV:**

### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

#### **4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Por el tipo de investigación la presente tesis fue **CUANTITATIVA**, fundamental comparativa ya que en base a cantidades y estadísticas se probó las diferentes hipótesis propuestas para la investigación, así también se dedujo los posibles resultados de nuestra investigación, a través de fundamentos y cuadros estadísticos comparativos.

Investigación descriptiva buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

#### **4.2. NIVEL DE INVESTIGACION**

La elaboración de la presente investigación es de NIVEL DESCRIPTIVO, ya que el propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Esto es, decir como es y se manifiesta determinado fenómeno, porque buscan especificar las propiedades importantes de un fenómeno que es sometido a análisis y miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

### **4.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

Tiene un diseño de Investigación NO EXPERIMENTAL, transversal, descriptivo, comparativo según (Hernández Fernández y Baptista, 2014).

Describe las relaciones existentes entre dos o más variables en determinado momento. Este tipo de diseño puede limitarse a establecer relaciones entre variables sin precisar sentido de causalidad o pueden analizar relaciones de causalidad. Son diseños muy complejos como también pueden abarcar diversas variables.

### **4.4. MÉTODO**

Se fundamenta el método Hipotético Inductivo, deductivo según (Roberto Hernández Sampieri y otros, 2014), donde se 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.

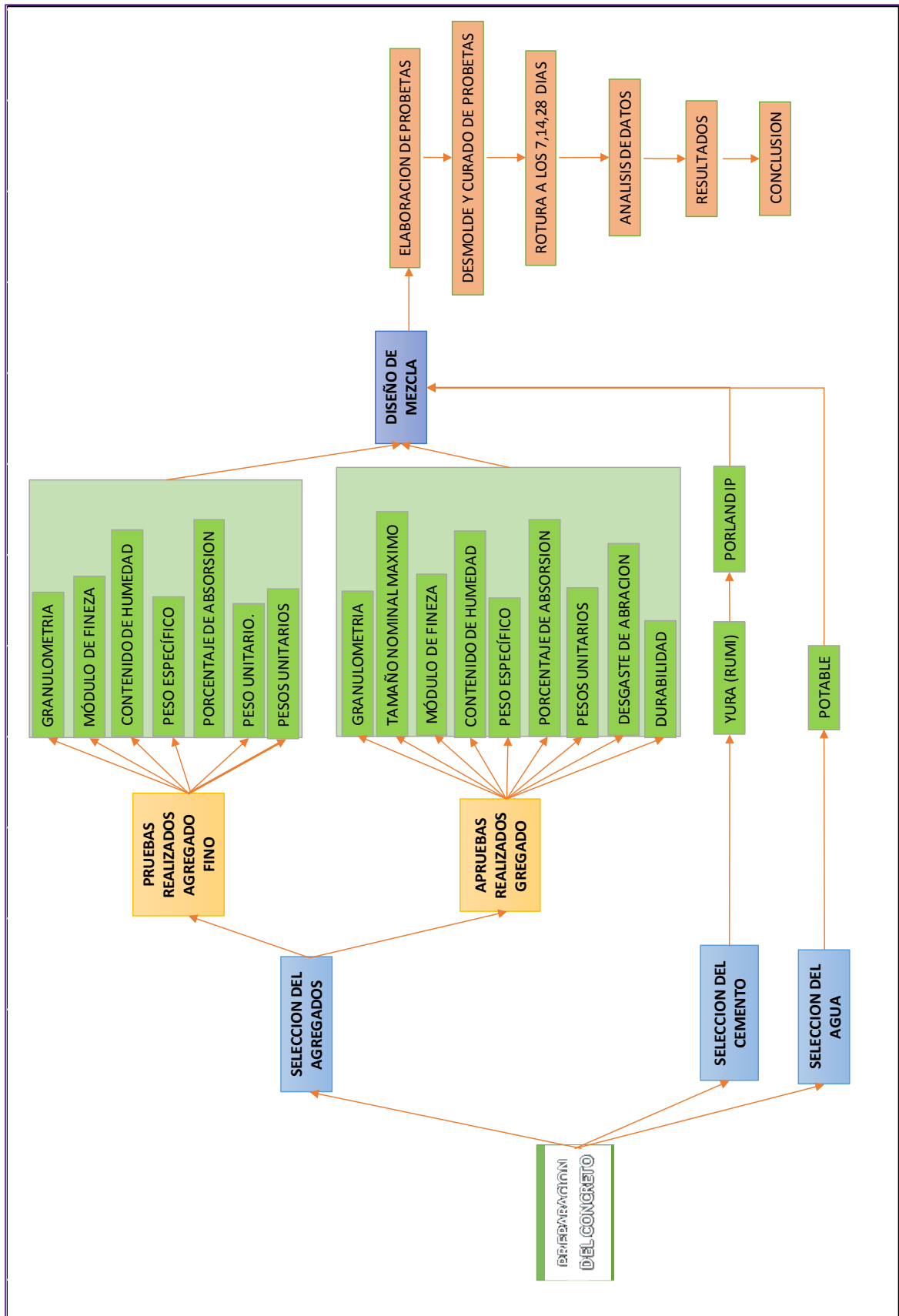
Si los resultados corroboran las hipótesis, se genera confianza en la teoría, si no es refutada y se descarta para buscar mejores, alternativas reduccionista. Utiliza medición numérica, conteo, y estadística, Encuestas, experimentación, patrones recolección de datos.

El método usado fue el hipotético deductivo porque se planteó varias hipótesis la cual se demuestran en base a procesos deductivos relacionados con las variables e indicadores que se expresa en resultados.

#### **4.5. DISEÑO DE INGENIERÍA**

- ❖ Este proyecto de investigación buscó en su primera etapa la recopilación, elaboración y presentación de conceptos de los materiales a utilizar, para conocer como ensayarlos, de acuerdo a las normas técnicas.
  
- ❖ En la segunda etapa se procedió a realizar la selección de los componentes del concreto principalmente en los agregados llegando a seleccionar de acuerdo a su granulometría para luego verificar sus características y propiedades de cada uno de los agregados con la ayuda de los ensayos en los laboratorios.
  
- ❖ En una tercera etapa se procedió a realizar un diseño de mezcla adecuado posteriormente se procedió a la elaboración de los especímenes de concreto, curado y rotura de briquetas verificando las resistencias requeridas alcanzadas.

### 4.5.1. GRAFICO DE DISEÑO DE INGENIERIA



## **4.6. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **4.6.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN**

Según (Roberto Hernández Sampieri y otros, 2014) Población o universo Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. El Universo para la presente investigación se encuentra conformado por dos de las canteras abastecedoras de agregados (fino y grueso) para la elaboración del concreto empleado en la construcción de obras civiles, estas son: Canteras Isla que se encuentra en la Ciudad de Juliaca que tiene un color Gris y Cantera Río Guitarrane que tiene un color Amarillo la cual es poco usada en muestra región de Puno que principalmente se encuentra en la cuenca del río Suches y Huancané.

### **4.6.2. MUESTRA.**

Está representada, por el número de especímenes preparados para realizar los ensayos en laboratorio, conforme al diseño experimental planteado.

Los diseños han sido seleccionados, por las características de los agregados, las canteras para la producción de los concretos son las siguientes: Cantera río Guitarrane y cantera del río Isla.

### **4.6.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Está representada por 10 Especímenes para la cantera río Guitarrane las cuales estarán repartidos para la rotura de las briquetas en las edades de 3 especímenes en 7 días de edad, 3 especímenes a los 14 días de edad y 3 especímenes para 28 días de edad y 1 espécimen para reserva en caso que sufrieran alguna falla todo esto para poder comparar las resistencias alcanzadas. De igual modo para cantera Isla.



Por lo que se prepararan 20 probetas o especímenes para la rotura para ver las resistencias alcanzadas en las diferentes edades. De acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas NTP 339.033 (ASTM C 192M). Las probetas serán ensayadas a los 7, 21 y 28 días o a la edad de ensayo establecida para determinar  $f'c$ . "Método de ensayo para la elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra" y las normas vigentes.

#### **4.5.2. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE LOS DATOS**

Para el procesamiento y análisis de la información recolectada se seguirá el siguiente plan de procesamiento de la información:

- ❖ Revisión crítica de la información recogida.
- ❖ Tabulación de cuadros según las variables de la investigación proporcionados por los ensayos en el laboratorio.
- ❖ Representación de los resultados mediante gráficos estadísticos simples y comparativos para poder responder las hipótesis propuestas.
- ❖ El estadístico utilizado fue Microsoft Excel 2013 por tratarse de una investigación descriptiva.
- ❖ Analizar e interpretar los resultados comparándolos y relacionándolos con las diferentes partes de la investigación especialmente con los objetivos y la hipótesis de la presente investigación.

#### 4.5.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Determinar las diferencias del Análisis comparativo de resistencia del concreto elaborados con agregados del río Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris".</li> <li>❖ Identificar las características óptimas del agregado del río Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris" para calidad del concreto.</li> </ul>
2. ¿De qué personas u objetos?	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Agregados de color Amarillo y Gris.</li> <li>❖ Probetas cilíndricas de concreto.</li> </ul>
3. ¿Sobre qué aspectos?	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Diseño de Mezcla optima con agregado del Río Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris"</li> <li>❖ La resistencia del concreto óptimas del agregado del río Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris"</li> </ul>
4. ¿Quién?	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ El Investigador</li> </ul>
5. ¿Dónde?	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Laboratorio de la UAP.</li> <li>❖ Laboratorio de Geotecnias puno</li> </ul>
6. ¿Como?	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Ensayos de Laboratorio</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO V:**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **5.1 DESCRIPCION**

Con la finalidad de comparar la calidad del concreto elaborado con agregados de distintas procedencias como son Cantera Río Guitarrane y Cantera Isla. Se determinó un mismo tipo de cemento y agua potable para consumo humano para ambos concretos, las muestras de los agregados fueron tomadas de las mencionadas canteras para el análisis de los materiales en los laboratorios indicados para un diseño de mezcla y posterior preparación del concreto en muestras cilíndricas para su posterior ensayo de compresión simple en diferentes edades para obtener resistencias que es una de las propiedades más importantes del concreto. Para luego hacer comparaciones mediante cuadros estadísticos para determinar diferencias en cuanto a la calidad del concreto.

#### **5.2 CEMENTO**

A partir del 2013, Yura es la encargada de la producción y comercialización de toda la unidad de negocios de cemento, con lo que produce y distribuye la marca "Rumi" de su subsidiaria Cemento Sur S.A. (Aguila P., 2014)

Para la fabricación de las mezclas de concreto se utilizó cemento portland tipo IP de marca Rumi. La tabla 3.1 muestra las propiedades químicas, físicas y mecánicas más relevantes. Los datos presentados corresponden a la ficha técnica del producto que fue suministrada por el fabricante.

**TABLA 5.1. Propiedades Químicas y Mecánicas del Concreto**

PROPIEDADES DEL CEMENTO	DATOS
<b>Características Químicas</b>	
Oxido de Magnesio, MgO, %	1.54
Trióxido de Azufre, SO <sub>3</sub> , %	1.8
Perdida de Ignición o al Fuego, %	2.88
<b>Características Físicas</b>	
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.82
Expansión en Autoclave, %	-0.03
Tiempo de Fraguado (Inicial)	224
Tiempo de Fraguado (Final)	269
Contenido de Aire del mortero, %	3.59
Superficie específica Blaine	49.61
<b>Características Mecánicas</b>	
01 días (kgf/cm <sup>2</sup> )	10.22
03 días (kgf/cm <sup>2</sup> )	20.01
07 días (kgf/cm <sup>2</sup> )	24.2
28 días (kgf/cm <sup>2</sup> )	32.28

Fuente: Ficha técnica del fabricante

### 5.3 AGUA.

Se utilizó agua potable para consumo humano tomada directamente de las instalaciones de la Universidad Alas Peruanas filial Juliaca.

### 5.4 PROCEDENCIA DE AGREGADOS DE COLOR AMARILLO Y COLOR GRIS, ENSAYOS DEL MATERIAL A UTILIZAR EN EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN.

#### 5.4.1. CANTERA RIO GUITARRANE.

El agregado fue obtenido de la cantera Río Guitarrane ubicado a 49 Km de la ciudad de Huancané En la cuenca del río Huancané y la cuenca del río suches las características del agregado de color amarillo los cuales fueron usados en la investigación

Ubicación:

Cantera : Río Guitarrane  
 Localidad : Centro Poblado de Solitario  
 Distrito : vilquechico  
 Provincia : Huancané  
 Región : Puno



FIGURA 5.1. Ubicación de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo)

#### 5.4.2. CANTERA ISLA

El agregado fue obtenido de la cantera Isla ubicada a 10 Km de la ciudad de Juliaca. En la cuenca del rio Coata. Con un acceso normal para vehículos. La principal característica es en cuanto al color es notable el color gris predomina a la cantera. Además presenta en sus alrededores vegetación la cual es aprovechada por la ganadería.

Ubicación:

Cantera : Isla.  
Localidad : Comunidad Campesina de Isla.  
Distrito : Juliaca  
Provincia : San Román  
Región : Puno



FIGURA 5.2. Ubicación de la Cantera Isla (Color Gris)

### 5.4.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

Los resúmenes de los resultados que a continuación se muestran, corresponden a los resultados obtenidos en los diferentes ensayos de laboratorio, con la finalidad de evaluar las propiedades de diseño más importantes de los agregados y establecer comparaciones.

TABLA 5.2. Características Geométricas y Morfológicas.(Cualitativas)

CARACTERÍSTICAS	CANTERAS	
	RIO GUITARRANE	ISLA
<b>PROCEDENCIA</b>	Naturales (Canto Rodado rio)	Naturales (Canto Rodado cantera)
<b>COMPOSICION MINERALOGICA</b>	Silicatos-Micas	Silicatos-Calcareos
<b>TAMAÑO</b>	Agregado Fino(Arenas) Agregado Grueso(Piedras)	Agregado Fino(Arenas) Agregado Grueso(Piedras)
<b>FORMA</b>	Sub angular – Sub redondeada	Angular y Sub redondeado
<b>TEXTURA SUPERFICIAL</b>	Granular y lisa	Granular y lisa
<b>PESO</b>	Peso Normal	Peso Normal
<b>COLOR</b>	Amarillo	Gris
<b>CONSISTENCIA</b>	Dura y resistente	Dura y resistente

Fuente: Elaboración Propia

La descripción cualitativa de las características de los agregados se ha realizado en función a las definiciones descritas en características de los agregados.

Pasquel (1993) dice que la textura y la forma de los agregados influyen inmensamente en los resultados al obtener las propiedades del concreto. Y existe un efecto de anclaje mecánico que resulta más o menos favorable de acuerdo al tamaño, forma, textura superficial y acomodo entre ellas. Entonces se producen fenómenos como la adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, condicionados generalmente por la relación agua-cemento que hacen del concreto un material resistente y durable.

## **5.5 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA**

### **GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS FINOS**

- ❖ Balanza
- ❖ Brocha
- ❖ Tamices: 3/8", N°04, N°8, N°16, N°30, N°100, N°200.

### **GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS GRUESOS**

- ❖ Balanza
- ❖ Brocha
- ❖ Tamices: 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°04, N°8.

### **PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS.**

#### **PARA AGREGADO FINO**

- ❖ Balanza de precisión de 0.5gr
- ❖ Picnómetro de capacidad de 500ml
- ❖ Cono metálico.
- ❖ Apisonador de metal
- ❖ Bomba de vacíos
- ❖ Horno

#### **PARA EL AGREGADO GRUESO**

- ❖ Balanza
- ❖ Cesta (probeta)
- ❖ Horno

### **PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS.**

- ❖ Balanza
- ❖ Recipiente cilíndrico
- ❖ Varilla de 5/8" y 60 cm de longitud
- ❖ Horno

### **CONTENIDO DE HUMEDAD.**

- ❖ Balanza
- ❖ Tara
- ❖ Recipiente metálico
- ❖ Cocina



## 5.6 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

### 5.6.1 SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS PROCEDENTES DE LAS CANTERAS RIO GUITARRANE E ISLA.

Para la extracción de agregados visitaremos primero la cantera RIO GUITARRANE en donde el agregado grueso y agregado fino (hormigón) aun no son explotados para la elaboración del concreto en las construcciones en general pero sin embargo la empresa privada CASA, corredor vial Coasia. Viene explotando actualmente para el asfaltado de la vía. Más no se está explotando para las construcciones con concreto en general.

De la cantera ISLA. Para su extracción de agregados es de terrenos que pueden ser de 2 maneras que son manualmente y con apoyo de maquinarias en dicha zona también existen plantas chancadora "SURUPANA" que distribuyen agregados a la ciudad de Juliaca. Esta cantera es explotada actualmente en mayor proporción para las construcciones de diferentes lugares.

Para la extracción de muestra representativa y así poder realizar cada uno de los ensayos propuestos se obtiene una cantidad de muestra representativa del material mediante cuarteo in situ.



FIGURA 5.3. usos de la Cantera Rio Guitarrane (color Amarillo)



## 5.7 ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DEL RIO GUITARRANE E ISLA.

### 5.7.1. MUESTREO DEL AGREGADO FINO

Para los análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados finos de las canteras río Guitarrane e isla se desarrollaron los siguientes ensayos con las normativas respectivas.

- ❖ Granulometría
- ❖ Módulo de fineza
- ❖ Contenido de humedad
- ❖ Peso específico y absorción
- ❖ Peso unitario

### 5.7.2. AGREGADO FINO.

En la presente investigación, se utilizó el tamiz N°04 para poder separar el agregado grueso y agregado fino con material proveniente de la Cantera del Río Guitarrane y Cantera Isla ambos materiales provenientes de las canteras mencionadas.

El tamizado se realizó de la siguiente manera:

**Paso 1:** Se realizó el extendido del material al aire libre como se muestra en la figura 3.2 para realizar el secado de dicho material permitiendo el normal tamizado del material y así que las partículas del agregado fino no se adhieran al agregado grueso.

**Paso 2:** seguidamente se realizó la separación el tamizado de Agregado Fino y Agregado Grueso de los Material. Con ayuda de la malla N°04 proporcionada por el laboratorio de Suelos de la Universidad Alas Peruanas Filial Juliaca con el asesoramiento de laboratorio Geotecnia Puno.



**FIGURA 5.4.** Secado del material para el tamizado con la malla N°04 para separar agregado grueso y fino las Canteras Rio Guitarrane (Color Amarillo) y Cantera Isla (color Gris)



**FIGURA 5.5.** Presentación de muestras de agregados de Color Gris (Isla) y Color Amarillo (Cantera Guitarrane)



**FIGURA 5.6.** Tamizado con la malla N°04 para separar agregado grueso y fino de la cantera río Guitarrane (Color Amarillo)

#### **5.7.2.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012),(MTC E 204)**

La granulometría es de vital importancia en el proporcionamiento de las mezclas de concreto, porque, determina la cantidad de agua necesaria para mojar todos los cuerpos sólidos; el volumen relativo ocupado por el agregado, la trabajabilidad de la mezcla y su tendencia a la segregación.

#### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- ❖ Balanza de precisión.
- ❖ Brocha.
- ❖ Recipiente.
- ❖ Juego de tamices, No. 8, No. 10, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200.
- ❖ Espátula.
- ❖ Pala.
- ❖ Bolsa para la muestra.



## PROCEDIMIENTO:

El tamizado en laboratorio se realizó siguiendo el siguiente procedimiento:

- ◆ Tomar una muestra por cuarteo no menor que 500 gr, secarlo hasta peso constante, dejar enfriar.
- ◆ Limpiar los tamices y verificar el orden de colocación de estas en orden decreciente según tamaño de abertura: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200
- ◆ Se procede a colocar la muestra de agregado en la malla superior, y se imprime movimientos a la muestra (adelante, atrás, izquierda, derecha y circular) no se debe forzar con la mano el paso de una partícula a través de los tamices.
- ◆ Se da por finalizada la operación de tamizado, cuando en el transcurso de un minuto no pase más del 1% en peso del material sobre el tamiz.
- ◆ Retirar malla por malla y pesar el material retenido en cada una de ellas y anotar los resultados.
- ◆ Luego realizar los cálculos, como las que se muestran en los cuadros siguientes, así mismo para su mejor interpretación y verificación de los (usos) establecidos.

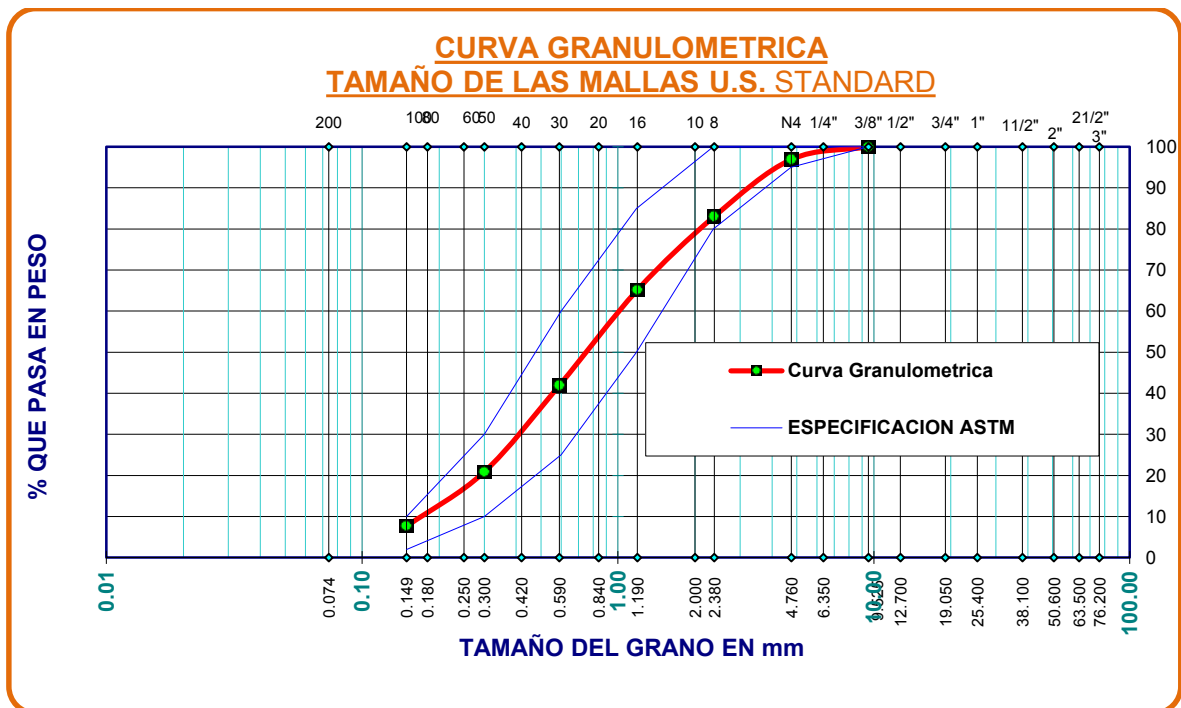


FIGURA 5.7. Granulometría del agregado y fino de la cantera río Guitarrane (Color Amarillo)

**TABLA 5.3.** Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					100
1/4"	6.350					
No4	4.760	63.00	3.08	3.08	96.92	95
No8	2.380	284.00	13.87	16.94	83.06	80
No10	2.000					
No16	1.190	367.00	17.92	34.86	65.14	50
No20	0.840					
No30	0.590	475.00	23.19	58.06	41.94	25
No40	0.420					
No50	0.300	432.00	21.09	79.15	20.85	10
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	271.00	13.23	92.38	7.62	2
No200	0.074	124.00	6.05	98.44	1.56	
BASE		32.00	1.56	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>		<b>2048.00</b>	<b>100.00</b>			

Fuente: Elaboración propia

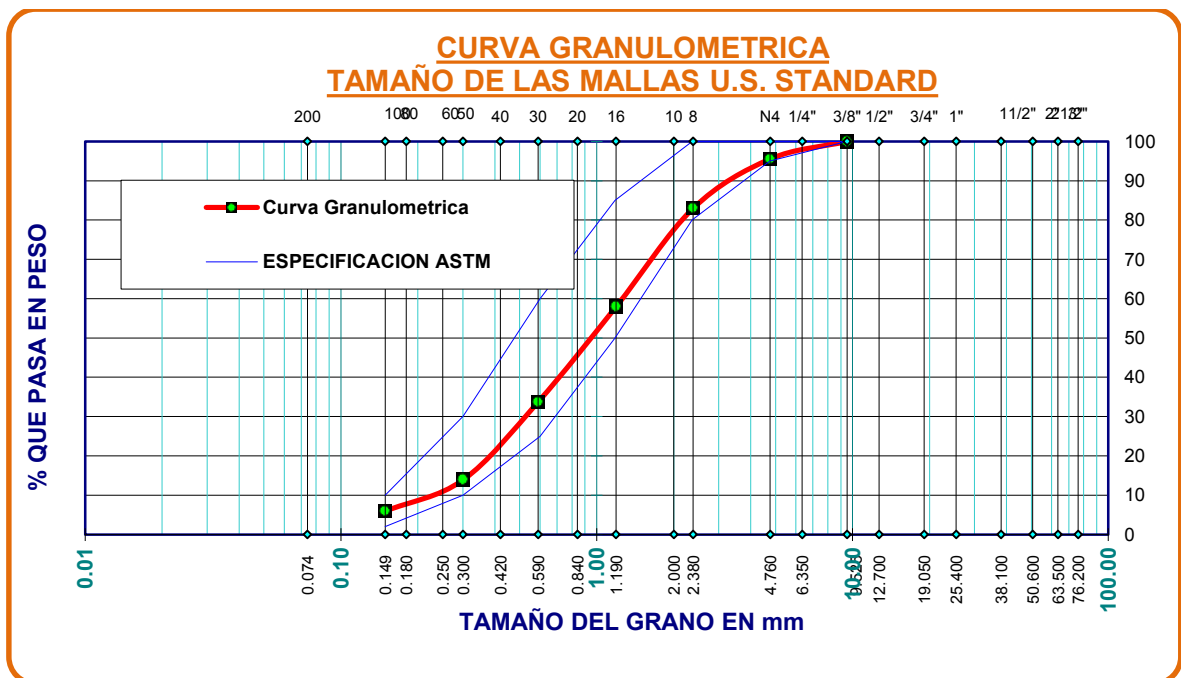


**FIGURA 5.8.** Curva Granulométrica de la Cantera Rio Guitarrane

**TABLA 5.4.** Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino de la Cantera Isla (Color Gris).

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					100
1/4"	6.350					
No4	4.760	43.00	3.82	3.82	96.18	95 100
No8	2.380	185.00	16.44	20.27	79.73	80 100
No10	2.000					
No16	1.190	240.10	21.33	41.60	58.40	50 85
No20	0.840					
No30	0.590	210.25	18.67	60.27	39.73	25 60
No40	0.420					
No50	0.300	259.00	23.02	83.29	16.71	5 30
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	138.00	12.27	95.56	4.44	0 10
No200	0.074	36.00	3.20	98.76	1.24	
BASE		14.00	1.24	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>		1125.00	100.00			

Fuente: Elaboración propia



**FIGURA 5.9.** Curva Granulométrica de la Cantera Isla

### 5.7.2.2 MÓDULO DE FINEZA (NTP 400.011)

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

$$MF = \frac{\Sigma \% ACUMULADOS RETENIDOS(3,1" 1/2", 3/4, 3/8", N^{\circ}04", N^{\circ}08", N^{\circ}30", N^{\circ}50", N^{\circ}100")}{100}$$

#### Cantera Río Guitarrane (Amarillo)

$$MF = \frac{3.08 + 16.94 + 34.86 + 58.06 + 79.15 + 92.38}{100}$$

$$MF = 2.84.$$

#### Cantera Isla (Gris)

$$MF = \frac{3.82 + 20.27 + 41.60 + 60.27 + 83.29 + 95.56}{100}$$

$$MF = 3.10.$$

### 5.7.2.3 CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185),(MTC E 215)

El contenido de humedad de un agregado varía constantemente de acuerdo al medio ambiente por eso es necesario hallar el contenido de humedad cada vez que se haga un diseño. (Calla Salcedo, 2013).

#### EQUIPOS Y MATERIALES

- ❖ Balanza.
- ❖ Horno para materiales.
- ❖ Recipientes.

#### PROCEDIMIENTO

1. Procedemos a tomar una cantidad adecuada de agregado fino (CANTERA GUITARRANE E ISLA) en diferentes recipientes.

2. Procedemos a pesarlo en balanza sensible al 0.1 % de peso medido, para agregado fino y para agregado grueso en balanza sensible a 0.5 gr y con capacidad de 5000 gr a más.
3. Luego colocamos los agregados en sus respectivos recipientes al horno a temperatura de 110 °C ±5°C, durante 24hrs.

Realizamos los cálculos de acuerdo a la siguiente ecuación

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Fino} = \frac{(\text{PESO HUMEDO} - \text{PESO SECO})}{\text{PESO SECO}} * 100$$

**TABLA 5.5.** Contenido de humedad del agregado fino de la Cantera Río Guitarrane (Color Amarillo).

NUMERO DE MUESTRAS.		01	02	03
A. PESO DEL TARA	gr	10.20	10.20	12.20
B. PESO DEL TARA+MUESTRA HUMEDA	gr	130.05	130.10	130.15
C. PESO DEL TARA+MUESTRA SECA	gr	126.10	126.14	126.27
D. PESO DE AGUA	gr	<b>3.95</b>	<b>3.96</b>	<b>3.88</b>
E. PESO DE LA MUESTRA SECA	cm <sup>3</sup>	<b>115.90</b>	<b>115.94</b>	<b>114.07</b>
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W%	gr/cm <sup>3</sup>	<b>3.41</b>	<b>3.42</b>	<b>3.40</b>
G. PROMEDIO DE CONT. DE HUMEDAD W%	gr/cm <sup>3</sup>		<b>3.408</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Fino} = \frac{119.85 - 115.90}{115.90} * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Fino} = 3.41$$

**TABLA 5.6.** Contenido de humedad del agregado fino de la Cantera Isla (Color Gris).

NUMERO DE MUESTRAS.		01	02	03
A. PESO DEL TARA	gr	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>
B. PESO DEL TARA+MUESTRA HUMEDA	gr	<b>135.05</b>	<b>135.10</b>	<b>135.15</b>
C. PESO DEL TARA+MUESTRA SECA	gr	<b>130.82</b>	<b>130.97</b>	<b>131.02</b>
D. PESO DE AGUA	gr	<b>4.23</b>	<b>4.13</b>	<b>4.13</b>
E. PESO DE LA MUESTRA SECA	gr	<b>120.62</b>	<b>120.77</b>	<b>120.82</b>
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W%	gr/cm <sup>3</sup>	<b>3.51</b>	<b>3.42</b>	<b>3.42</b>
G. PROMEDIO DE CONT. DE HUMEDAD W%	gr/cm <sup>3</sup>		<b>3.452</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Fino} = \frac{124.85 - 120.62}{120.62} * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Fino} = 3.51$$





FIGURA 5.10. Pesaje para obtener la humedad del agregado fino de la Cantera Río Guitarrane (Color Amarillo)



FIGURA 5.11. Secado al horno de la muestra del agregado fino de la Cantera Río Guitarrane (Color Amarillo)

#### 5.7.2.4 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022),(MTC E 205)

La Norma Técnica Peruana NTP 400.022, establece el método de ensayo para determinar el peso específico (densidad); peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas en agua del agregado fino.

## EQUIPOS Y MATERIALES

- ❖ Balanza de precisión 0.1 gr.
- ❖ Picnómetro, denominado también fiola, que es un matraz o frasco volumétrico que tiene una capacidad de 500 ml.
- ❖ Molde cónico metálico.
- ❖ Apisonador de metal.
- ❖ Horno para materiales.
- ❖ Bomba de vacíos.

## PROCEDIMIENTO

Se siguió el presente procedimiento:

1. Se anota el peso del picnómetro con agua hasta el nivel de 500 ml.
2. Se cuartea el material hasta conseguir una muestra de 1Kg.
3. El material que pasa la malla No. 4 se pone a secar a 110 C hasta obtener un peso constante.
4. Se enfría a temperatura ambiente de 1 a 3 horas
5. Se sumerge en un balde con agua por 24 horas para lograr su saturación.
6. Al día siguiente escurrir el agua y esparcir sobre una bandeja para que seque superficialmente al medio ambiente.
7. Para comprobar si la muestra esta superficialmente seco (SSS), echar en el cono de absorción, apisonando con 25 golpes sin compactar el material, si al levantar el molde la muestra queda exacta al molde, entonces aún falta secar superficialmente, si queda desmoronado parcialmente y de punta, significa que la muestra esta superficialmente seco (SSS). Se repite esa operación 3 veces hasta completar la altura del cono.
8. Pesar aproximadamente 85.50 gr de la muestra superficialmente seco (SSS) e introducir la muestra en el picnómetro.
9. Luego de poner la muestra en el picnómetro lo llenamos con agua hasta un nivel que nos permita agitar el picnómetro sin rociar el agua.
10. Agitamos el picnómetro por un periodo de 15 a 20 minutos, con el fin de eliminar las burbujas
11. Colocamos el picnómetro con la muestra, sobre una superficie plana y remover con una cucharilla para eliminar los vacíos (aire), sacarlo luego de verificar de que no exista aire dentro de la muestra cuando lo agitamos.

12. Llenamos en su totalidad el picnómetro con agua a temperatura de 21 – 25°C y luego lo cubrimos con tapa de vidrio sin ninguna burbuja.
13. Pesamos el picnómetro + muestra + agua + tapa
14. Sacamos el agregado fino del picnómetro, para secarlo en el horno a temperatura constante de 110°C ± 5°C, verificamos que después de varias pesadas el material pese lo mismo, entonces anotamos el peso del material seco.
15. Llenamos el frasco hasta su máxima capacidad con agua, esta última a una temperatura de 20°C, luego lo pesamos.

Finalmente pesamos el frasco vacío.



FIGURA 5.12. Sumergido del material durante 24 horas para obtener una muestra saturada del agregado fino de la Cantera Río Guitarrane (Color Amarillo)



FIGURA 5.13. Comparación de la muestra en el molde metálico de forma cónica para comprobar que la muestra este superficialmente seco (SSS).



FIGURA 5.14. Eliminación del contenido del aire dentro del Picnómetro

### 5.7.2.5 PESO ESPECÍFICO

Los pesos específicos de agregados de los agregados fueron calculados con las siguientes formulas.

$$P. e. s = \frac{F}{B + A - D}$$

$$P. e. SSS = \frac{A}{B + A - D}$$

$$P. e. a = \frac{F}{B + F - D}$$

$$\% DE ABSORCION = \frac{A - F}{F * 100}$$

**Donde:**

**A:** Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En El Aire)

**B:** Peso De Picnómetro + Agua

**D:** Peso Picnómetro + Agua + (A)

**F:** Peso Material Seco (105°C)

**TABLA 5.7.** Datos obtenidos en el laboratorio para el cálculo del peso específico y Absorción del agregado fino. Cantera Río Guitarrane. (Color Amarillo)

DESCRIMINACION	N° DE MUESTRAS		
	01	02	03
<b>I- DATOS</b>			
A. PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN EL AIRE)	gr 600.0	600.0	600.0
B. PESO DE PICNOMETRO + AGUA	gr 1406.0	1405.0	1406.0
C. PESO PICNOMETRO + AGUA + (A) =A+B	gr 2006.0	2005.0	2006.0
D. PESO DEL MATERIAL + AGUA EN EL PICNOMETRO =C-E	gr 1756.0	1756.0	1756.0
E. VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS =C-D	cm <sup>3</sup> 250.00	249.00	250.00
F. PESO MATERIAL SECO (105°C)	gr 577.00	578.00	578.00
G. VOLUMEN DE MASA =E-(A-F)	cm <sup>3</sup> 227.00	227.00	228.00

Fuente elaboración propia.

### Calculo

#### *Peso Específico De Los Solidos*

$$P. e. s = \frac{F}{B + A - D}$$

$$P. e. s = \frac{577}{1406 + 600 - 1756}$$

$$P. e. s = 2.31$$

#### *Peso específico de solidos saturado superficialmente seca.*

$$P. e. SSS = \frac{A}{B + A - D}$$

$$P. e. SSS = \frac{600}{1406 + 577 - 1756}$$

$$P. e. SSS = 2.40$$

#### *Peso Específico Aparente*

$$P. e. a = \frac{F}{B + F - D}$$

$$P. e. a = \frac{600}{1406 + 577 - 1756}$$

$$P. e. a = 2.54$$

#### *Porcentaje de absorción*

$$P. e. a = \frac{A - F}{F * 100}$$

$$P. e. a = \frac{600 - 577}{577 * 100}$$

$$P. e. a = 3.99$$

**TABLA 5.8.** Resultados del cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado fino. Cantera Río Guitarrane. (Color Amarillo)

II- RESULTADOS				
H. PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) =F/E	gr/cm <sup>3</sup>	2.31	2.32	2.31
I. PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) =A/E	gr/cm <sup>3</sup>	2.40	2.41	2.40
J. PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) = F/G	gr/cm <sup>3</sup>	2.54	2.55	2.54
K. %ABSORSION =(A-F)/F*100	%	3.99	3.81	3.81
F. %PROMEDIO ABSORSION	%		3.866	

Fuente: elaboración propia.

**TABLA 5.9.** Datos obtenidos en el laboratorio para el cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado fino. Cantera Isla (Color Gris).

DESCRIMINACION		N° DE MUESTRAS		
		01	02	03
<b>I- DATOS</b>				
A. PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN EL AIRE)	gr	500.0	500.0	500.0
B. PESO DE PICNOMETRO + AGUA	gr	1408.0	1409.0	1410.0
C. PESO PICNOMETRO + AGUA + (A) =A+B	gr	1908.0	1909.0	1910.0
D. PESO DEL MATERIAL + AGUA EN EL PICNOMETRO =C-E	gr	1735.0	1736.0	1735.0
E. VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS =C-D	cm <sup>3</sup>	173.00	173.00	175.00
F. PESO MATERIAL SECO (105°C)	gr	487.30	486.60	486.80
G. VOLUMEN DE MASA =E-(A-F)	cm <sup>3</sup>	160.30	159.60	161.80

Fuente: elaboración propia.

### Calculo

#### *Peso Específico De Los Solidos*

$$P. e. s = \frac{F}{B + A - D}$$

$$P. e. s = \frac{487.30}{1408 + 500 - 1735}$$

$$P. e. s = 2.82$$

#### *Peso específico de solidos saturado superficialmente seca.*

$$P. e. SSS = \frac{A}{B + A - D}$$

$$P. e. SSS = \frac{500}{1408 + 500 - 1735}$$

$$P. e. SSS = 2.89$$

#### *Peso Específico Aparente*

$$P. e. a = \frac{F}{B + F - D}$$

$$P. e. a = \frac{487.30}{1408 + 487.30 - 1735}$$

$$P. e. a = 3.04$$



### Porcentaje De Absorción

$$P. e. a = \frac{A - F}{F * 100}$$

$$P. e. a = \frac{500 - 487.30}{487.30 * 100}$$

$$P. e. a = 2.61$$

**TABLA 5.10.** Resultados del cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado fino. Cantera Isla. (Color Gris)

H.- RESULTADOS				
H. PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) =F/E	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.82</b>	<b>2.81</b>	<b>2.78</b>
I. PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) =A/E	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.89</b>	<b>2.89</b>	<b>2.86</b>
J. PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) = F/G	gr/cm <sup>3</sup>	<b>3.04</b>	<b>3.05</b>	<b>3.01</b>
K. %ABSORSION =(A-F)/F*100	%	<b>2.61</b>	<b>2.75</b>	<b>2.71</b>
F. %PROMEDIO ABSORSION	%		<b>2.691</b>	

Fuente: Elaboración Propia

#### 5.7.2.6 PESO UNITARIO. (ASTM C-29, NTP 400.017),(MTC E 203)

Para obtener el peso unitario se realizó un ensayo de este tipo para el agregado fino, con la finalidad de obtener una mejor medida representativa de los agregados, tal como lo recomienda la Norma ASTM C 29 Y NTP 400.017 (Peso Unitario del agregado).

Se procedió a realizar los cálculos de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

##### *Peso unitario suelto.*

$$P. U. S = \frac{PESO DEL MATERIAL}{VOLUMEN DEL RECIPIENTE}$$

##### *Peso Unitario Compactado*

$$P. U. C = \frac{PESO DEL MATERIAL COMPACTADO}{VOLUMEN DEL RECIPIENTE}$$

*Se siguió con el siguiente procedimiento:*

1. Alistar un recipiente seco, limpio, de peso y capacidad conocidos.
2. Para el Peso Unitario Suelto, llenar el recipiente con el agregado, enrasar y pesar.
3. Para el Peso Unitario Compactado, llenar el recipiente con el agregado en tres capas aplicando 25 golpes por cada capa con una varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud con punta redondeada, enrasar y pesar.



**FIGURA 5.15.** Peso Unitario compactación del agregado fino de la cantera rio Guitarrane (Color Amarillo).



**TABLA 5.11.** Resultados del cálculo del peso unitario suelto del agregado fino de la Cantera Río Guitarrane. (Color Amarillo)

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
<b>NUMERO DE MUESTRAS.</b>		<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
A. PESO DEL MATERIAL+MOLDE	gr	9734.0	9746.0	9751.0
B. PESO MOLDE	gr	6453.0	6453.0	6453.0
C. PESO DEL MATERIAL	gr	<b>3281.0</b>	<b>3293.0</b>	<b>3298.0</b>
D. VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2077.3	2077.3	2077.3
E. PESO UNITARIO	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.579</b>	<b>1.585</b>	<b>1.588</b>
F. PROMEDIO	gr/cm <sup>3</sup>		<b>1.584</b>	

Fuente: elaboración propia

**TABLA 5.12.** Resultados del cálculo del peso unitario compactado del agregado fino de la Cantera Río Guitarrane. (Color Amarillo)

<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
<b>NUMERO DE MUESTRAS.</b>		<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
A. PESO DEL MATERIAL+MOLDE	gr	10267.0	10278.0	10259.0
B. PESO MOLDE	gr	6453.0	6453.0	6453.0
C. PESO DEL MATERIAL	gr	<b>3814.0</b>	<b>3825.0</b>	<b>3806.0</b>
D. VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2077.3	2077.3	2077.3
E. PESO UNITARIO	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.836</b>	<b>1.841</b>	<b>1.832</b>
F. PROMEDIO	gr/cm <sup>3</sup>		<b>1.837</b>	

Fuente: elaboración propia

**TABLA 5.13.** Resultados del cálculo del peso unitario suelto del agregado fino de la Cantera Isla. (Color Gris)

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
<b>NUMERO DE MUESTRAS.</b>		<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
A. PESO DEL MATERIAL+MOLDE	gr	9682.0	9664.0	9672.0
B. PESO MOLDE	gr	6453.0	6453.0	6453.0
C. PESO DEL MATERIAL	gr	<b>3229.0</b>	<b>3211.0</b>	<b>3219.0</b>
D. VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2077.3	2077.3	2077.3
E. PESO UNITARIO COMPACTADO	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.554</b>	<b>1.546</b>	<b>1.550</b>
F. PROMEDIO	gr/cm <sup>3</sup>		<b>1.550</b>	

Fuente elaboración propia

**TABLA 5.14.** Resultados del cálculo del peso unitario compactado del agregado fino de la Cantera Isla. (Color Gris)

<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
<b>NUMERO DE MUESTRAS.</b>		<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
A. PESO DEL MATERIAL+MOLDE	gr	9211.0	9227.0	9215.0
B. PESO MOLDE	gr	5990.0	5990.0	5990.0
C. PESO DEL MATERIAL	gr	<b>3221.0.2</b>	<b>3237.0</b>	<b>3225.0</b>
D. VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2077.3	2077.3	2077.3
E. PESO UNITARIO COMPACTADO	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.551</b>	<b>1.558</b>	<b>1.552</b>
F. PROMEDIO	gr/cm <sup>3</sup>		<b>1.554</b>	

Fuente elaboración propia

### **5.7.3. AGREGADO GRUESO**

Para los análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados Gruesos de las canteras río Guitarrane e isla se desarrollaron los siguientes ensayos con las normativas respectivas.

#### **5.7.3.1 GRANULOMETRIA (NTP 400.012),(MTC E 204),(MTC E 204)**

En la práctica, cada fracción contiene partículas que se encuentran dentro de límites específicos que señala la NTP 400.012, que son tamices estándar de muestreo. La granulometría influye directamente en muchas propiedades del concreto fresco así como en algunas del concreto endurecido, por lo tanto, es un parámetro importante en todos los métodos de diseño de mezclas.

Arequipa Coba y Garzón (2014) también menciona que este método consto en averiguar la granulometría de los agregados para definir una distribución de partícula que producirá resultados satisfactorios.

#### **PROCEDIMIENTO.**

1. Tomamos una muestra representativa por cuarteo la cantidad de 5 Kg. Aproximadamente.
2. Limpiar los tamices y verificar el orden de colocación de estas en orden decreciente.
3. Colocamos varios recipientes cerca al lugar donde se hará el ensayo, esto para colocar el material acumulado en cada tamiz.
4. Se procede a colocar la muestra de agregado en la malla superior, y se imprime movimientos a la muestra (adelante, atrás, izquierda, derecha y circular) no se debe forzar con la mano el paso de una partícula a través de los tamices.

5. Cuando ya se encuentre lleno de muestras los tamices, colocamos las muestras retenidas de cada tamiz en los recipientes.
6. Se da por finalizada la operación de tamizado, cuando en el transcurso de un minuto no pase más del 1% en peso del material sobre el tamiz.
7. Retirar malla por malla y pesar el material retenido en cada una y anotar los resultados.
8. Después de culminar el tamizado del material se procede a pesar cada retenido, para su cálculo respectivo.

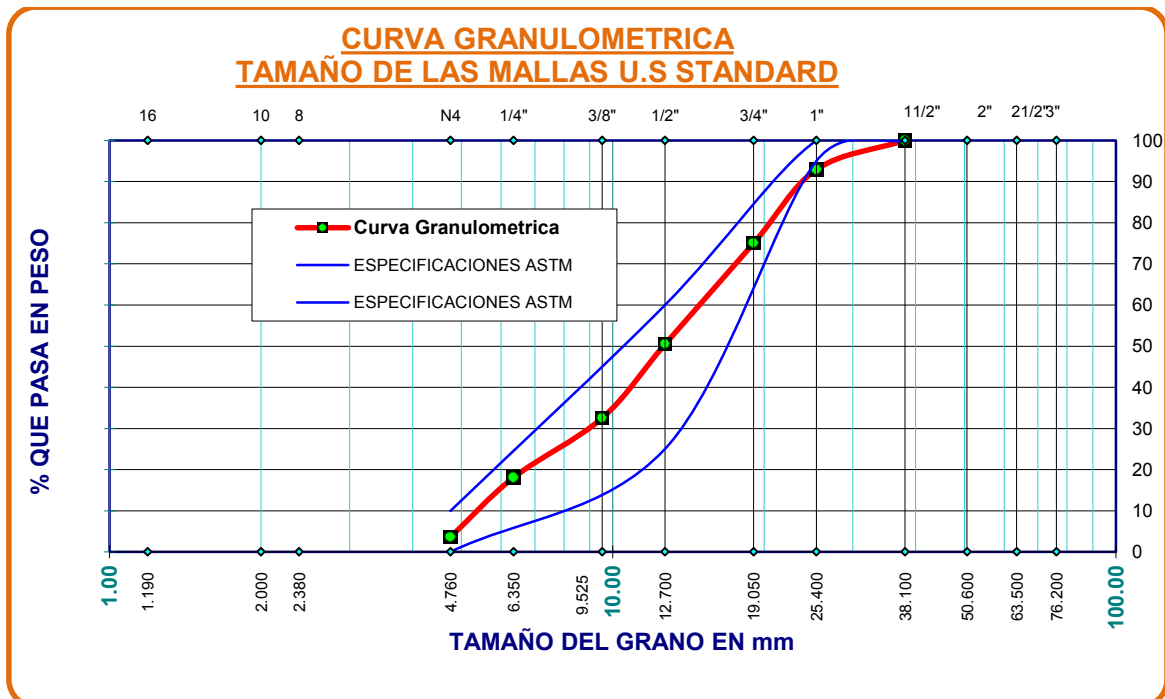
El máximo error respecto del peso total inicial con el peso obtenido en la sumatoria de los pesos retenidos será de  $\pm 1\%$ .

Los resultados del análisis granulométrico se muestran en los Anexos donde se puede observar que la granulometría del agregado Grueso están dentro de los límites establecidos por la norma NTP 400.037, como se observa en la siguiente figura.

**TABLA 5.15.** Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grueso de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo).

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1" ASTM C-33-54
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100				100.00	100
1"	25.400	324.00	7.06	7.06	92.94	95
3/4"	19.050	824.00	17.95	25.01	74.99	
1/2"	12.700	1126.00	24.53	49.53	50.47	25
3/8"	9.525	824.00	17.95	67.48	32.52	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	18.07	
No4	4.760	1327.00	28.90	96.38	3.62	0
No8	2.380	166.00	3.62	100.00	0.00	10
No10	2.000					
No16	1.190					
No20	0.840					
No30	0.590					
No40	0.420					
No50	0.300					
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149					
No200	0.074					
<b>BASE</b>						
<b>TOTAL</b>		4591.00	100.00			

Fuente: elaboración propia.

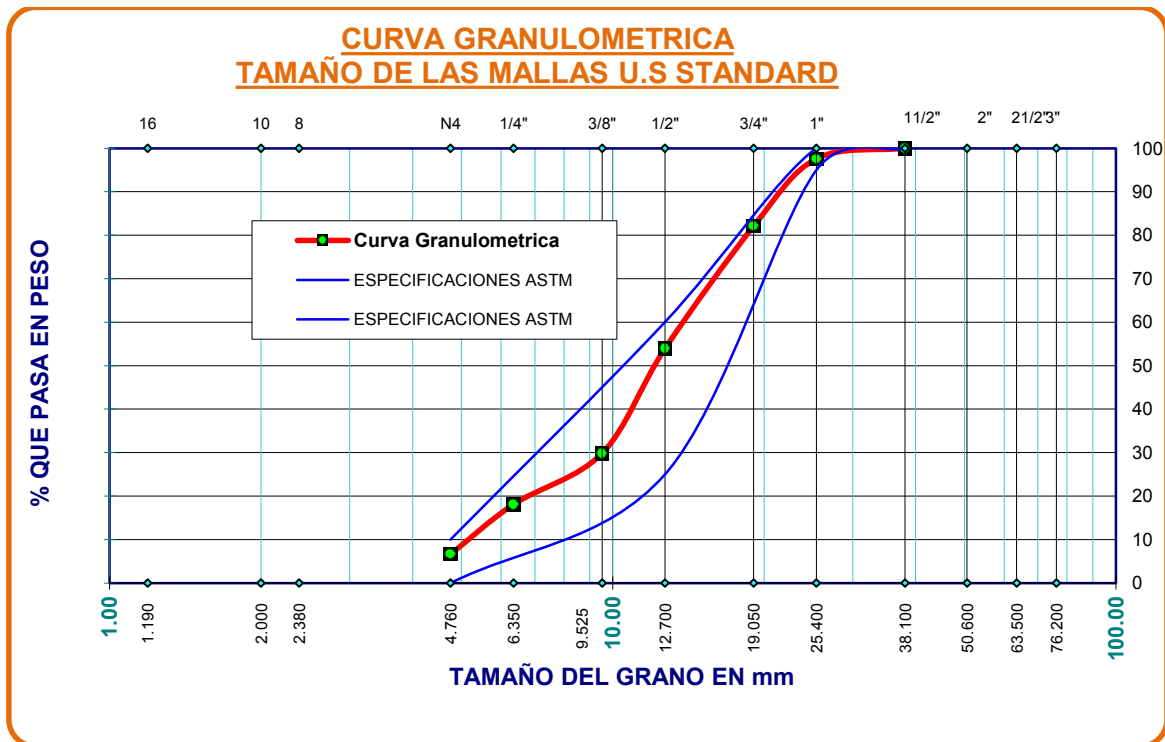


**FIGURA 5.16.** Curva Granulométrica Por Tamizado del Agregado grueso de la Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo)

**TABLA 5.16.** Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grueso de la Cantera Isla (Color Gris).

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. 1"	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	ASTM C-33-54	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100				100.00	100	100
1"	25.400	135.00	6.90	6.90	93.10	95	100
3/4"	19.050	284.00	14.51	21.14	78.59		
1/2"	12.700	465.00	23.76	45.17	54.83	25	60
3/8"	9.525	289.00	15.23	60.40	39.60		
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	39.60		
No4	4.760	669.00	34.18	94.58	5.42	0	10
No8	2.380	106.00	5.42	100.00	0.00		
No10	2.000						
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.420						
No50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.074						
<b>BASE</b>							
<b>TOTAL</b>		4456.00	100.00				

Fuente: elaboración propia.



**FIGURA 5.17.** Curva Granulométrica Por Tamizado del Agregado grueso de la Cantera Isla (Color Gris)





FIGURA 5.18. Material retenido tras el tamizado realizado del agregado grueso de la cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo)



FIGURA 5.19. Material retenido tras el tamizado realizado del agregado grueso de la cantera Isla (Color Gris)



FIGURA 5.20. Tamizado con la malla N°04 para separar agregado grueso y fino (cantera río Guitarrane).

### 5.7.3.2 TAMAÑO MÁXIMO

El Tamaño Máximo del agregado grueso viene a ser el tamaño de la abertura del tamiz que deja pasar todo el agregado. (Quevedo Haro, 2013)

Granulometrías muy distintas pueden dar el mismo valor del tamaño máximo del agregado grueso. Ello debe tenerse en presente en la selección del agregado, de su granulometría y de las proporciones de la mezcla.

### 5.7.3.3 TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO.

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso viene a ser el tamaño de la abertura del tamiz que produce el primer retenido del agregado. (Quevedo Haro, 2013)

- ❖ Es el tamaño de la abertura de la malla más pequeña que produce el primer retenido. Generalmente se da como referencia de la granulometría. Es un dato que se usa para diseñar con las tablas del ACI.

Existen otras definiciones de tamaño nominal máximo que también se utilizan:

- ❖ Tamaño Max: Tamaño de tamiz superior al que produce el 15% o más de material retenido acumulado
- ❖ Tamaño Nominal Máximo: Malla por el que pasa del 95%-100% del agregado o en el que se produce el primer retenido.
- ❖ Teniendo en cuenta las definiciones, especialmente la primera, el agregado grueso es de:

De acuerdo a lo explicado en la parte teórica, tomaremos el criterio establecido de la Norma NTP 400.037 siendo este un criterio más utilizado en nuestro medio, respecto al resultado del análisis granulométrico del agregado grueso se observa que:

Resultados de ensayo de granulometría de hormigón de cantera Río Guitarrane.

- ❖ Tamaño Máximo : 1 ½"
- ❖ Tamaño Máximo Nominal : 1"

Resultados de ensayo de granulometría de hormigón de cantera Isla.

- ❖ Tamaño Máximo : 1 ½"
- ❖ Tamaño Máximo Nominal : 1"



#### 5.7.3.4 MÓDULO DE FINEZA (NTP 400.011)

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", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividida entre 100.

Realizamos los cálculos de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$M.F = \frac{1" + 3/4" + 3/8" + N^{\circ}04 + N^{\circ}08 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

##### Cantera Río Guitarrane

$$M.F = \frac{25.01 + 67.48 + 96.38 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100}{100}$$

$$M.F = 7.89$$

##### Cantera Isla

$$M.F = \frac{21.41 + 60.40 + 94.58 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100}{100}$$

$$M.F = 7.76$$

#### 5.7.3.5 CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.016)

Los cálculos y procedimientos son similar a lo realizado para el agregado fino para las canteras de agregado grueso (Río Guitarrane e isla)

Realizamos con la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Grueso} = \frac{(\text{PESO HUMEDO} - \text{PESO SECO})}{\text{PESO SECO}} * 100$$

##### CANTERA RIO GUITARRANE

$$\text{Contenido de Humedad del A. Grueso} = \frac{(201.00 - 10.20) - 184.77}{184.77} * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Grueso} = 3.26$$

**TABLA 5.17.** Contenido de humedad del agregado grueso de la Cantera Río Guitarrane (Color Amarillo).

NUMERO DE MUESTRAS.		01	02	03
A. PESO DEL TARA	gr	10.20	10.20	12.20
B. PESO DEL TARA+MUESTRA HUMEDA	gr	201.00	200.00	202.00
C. PESO DEL TARA+MUESTRA SECA	gr	194.97	194.02	195.99
D. PESO DE AGUA	gr	<b>6.03</b>	<b>5.98</b>	<b>6.01</b>
E. PESO DE LA MUESTRA SECA	cm <sup>3</sup>	<b>184.77</b>	<b>183.82</b>	<b>183.79</b>
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W%	gr/cm <sup>3</sup>	<b>3.26</b>	<b>3.25</b>	<b>3.27</b>
G. PROMEDIO DE CONT. DE HUMEDAD W%	gr/cm <sup>3</sup>		<b>3.262</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### CANTERA ISLA

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Grueso} = \frac{(\text{PESO HUMEDO} - \text{PESO SECO})}{\text{PESO SECO}} * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Grueso} = \frac{(301.00 - 10.20) - 293}{294.90} * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Grueso} = 2.14$$

**TABLA 5.18.** Contenido de humedad del agregado grueso de la Cantera Isla (Color Gris)

NUMERO DE MUESTRAS.		01	02	03
A. PESO DEL TARA	gr	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>
B. PESO DEL TARA+MUESTRA HUMEDA	gr	<b>301.00</b>	<b>300.00</b>	<b>302.00</b>
C. PESO DEL TARA+MUESTRA SECA	gr	<b>294.90</b>	<b>293.90</b>	<b>295.82</b>
D. PESO DE AGUA	gr	<b>6.10</b>	<b>6.10</b>	<b>6.18</b>
E. PESO DE LA MUESTRA SECA	cm <sup>3</sup>	<b>284.70</b>	<b>283.70</b>	<b>285.62</b>
F. CONTENIDO DE HUMEDAD W%	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.14</b>	<b>2.15</b>	<b>2.16</b>
G. PROMEDIO DE CONT. DE HUMEDAD W%	gr/cm <sup>3</sup>		<b>2.152</b>	

Fuente: Elaboración Propia

#### 5.7.3.6 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.021),(MTC E 206)

La Norma Técnica Peruana NTP 400.021, establece el método de ensayo para determinar el peso específico (densidad); peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas en agua del agregado fino.

## MATERIALES

## PROCEDIMIENTO

1. Seleccionar aproximadamente 2 kg de muestra, por el método de cuarteo.
2. Lavar la muestra seleccionada, eliminando el polvo o material adherido y se sumerge en agua durante 24 horas.
3. Al día siguiente escurrir el agua y esparcir el material sobre la franela y con la misma secarla a fin de tenerlo en condición saturada superficialmente seco.
4. Calibramos la balanza con la canastilla dentro del agua.
5. Luego colocar el material dentro de la canastilla sumergida y pesar.
6. Colocar el material ya pesado en un recipiente y llevarlo al horno por 24 horas a temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
7. Obtenemos el peso de la muestra seca al horno.

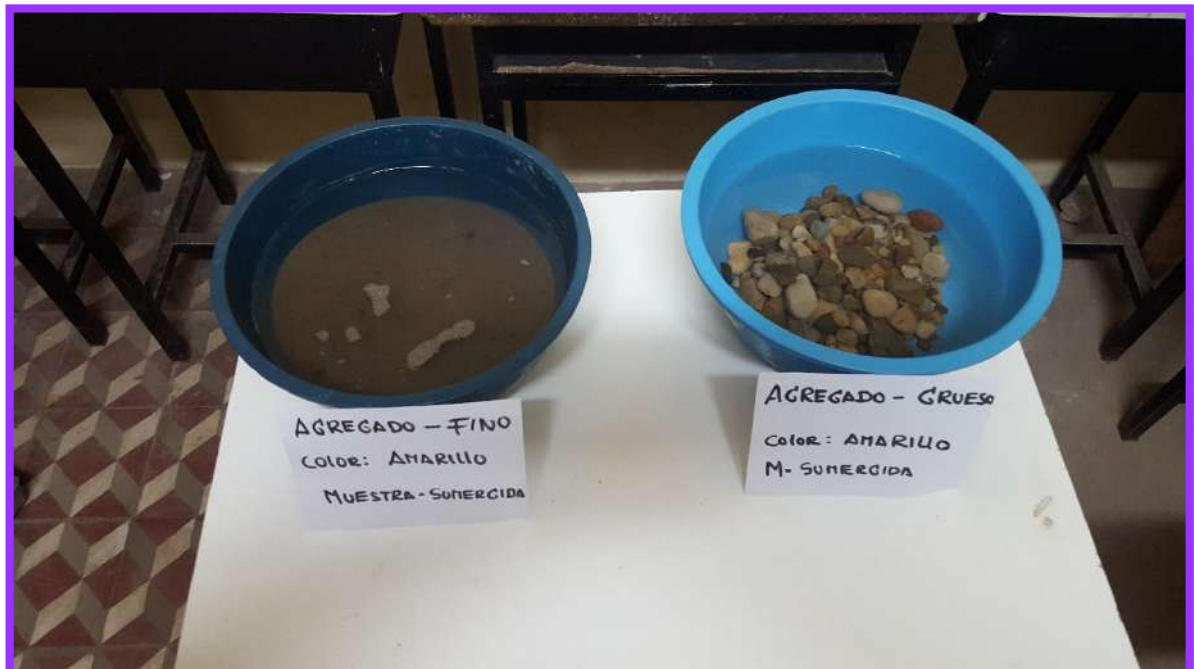


FIGURA 5.21. Sumergido del material durante 24 horas para obtener una muestra saturada del agregado Grueso de la Cantera Río Guitarrane (Color Amarillo)



FIGURA 5.22. Secado superficial del agregado grueso con una franela

Para determinar el peso específico se determinó de acuerdo a las siguientes formulas:

$$P. e. s = \frac{D}{A - B}$$

$$. e. SSS = \frac{A}{A - B}$$

$$P. e. a = \frac{D}{D - B}$$

$$\% DE ABSORCION = \frac{A - D}{D} * 100$$

**Donde:**

**A:** Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En El Aire)

**B:** Peso Material Saturado Superficialmente Seca (En Agua)

**D:** Peso Del Material Seco (105°C)

## Cantera Río Guitarrane

**TABLA 5.19.** Datos obtenidos en el laboratorio para el cálculo del peso específico y Absorción del agregado grueso. Cantera Río Guitarrane. (Color Amarillo)

DESCRIMINACION	N° DE MUESTRAS			
	01	02	03	
<b>I- DATOS</b>				
A. PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN EL AIRE)	gr	1236.4	1282.5	1462.8
B. PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN AGUA)	gr	721.5	745.2	857.4
C. VOLUMEN DE MASA+VOLUMEN DE VACIOS =(A-B)	cm <sup>3</sup>	<b>514.9</b>	<b>537.3</b>	<b>605.4</b>
D. PESO DEL MATERIAL SECO (105°C)	gr	1195.0	1241.0	1412.0
E. VOLUMEN DE MASA =C-(A-D)	cm <sup>3</sup>	<b>473.50</b>	<b>495.80</b>	<b>554.60</b>

Fuente: Elaboración propia

### Calculo

#### *Peso Específico De Los Solidos Agregado Grueso*

$$P. e. s = \frac{D}{A - B}$$

$$P. e. s = \frac{1195.00}{1236.4 - 721.5}$$

$$P. e. s = 2.32$$

#### *Peso específico de solidos saturado superficialmente seca.*

$$P. e. SSS = \frac{A}{A - B}$$

$$P. e. SSS = \frac{1236.4}{1236.4 - 721.5}$$

$$P. e. SSS = 2.40$$

#### *Peso Específico Aparente*

$$P. e. a = \frac{D}{D - B}$$

$$P. e. a = \frac{1195.00}{1195.00 - 721.5}$$

$$P. e. a = 2.52$$

#### *Porcentaje De Absorción*

$$\% DE ABSORCION = \frac{A - D}{D} * 100$$

$$\% DE ABSORCION = \frac{1236.4 - 1195.00}{1195.00} * 100$$

$$\% DE ABSORCION = 3.46$$

**TABLA 5.20.** Resultados del cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado grueso. Cantera Río Guitarrane. (Color Amarillo)

H.- RESULTADOS				
F. PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) =D/C	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.32</b>	<b>2.31</b>	<b>2.33</b>
G. PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) =A/C	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.40</b>	<b>2.39</b>	<b>2.42</b>
H. PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) = D/E	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.52</b>	<b>2.50</b>	<b>2.55</b>
I. % ABSORSION =((A-D)/D)*100	%	<b>3.46</b>	<b>3.34</b>	<b>3.60</b>
F. % PROMEDIO ABSORSION	%		<b>3.469</b>	

Fuente: Elaboración propia

## CANTERA ISLA

**TABLA 5.21.** Datos obtenidos en el laboratorio para el cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado grueso. Cantera Isla (Color Gris).

DESCRIMINACION	N° DE MUESTRAS			
	01	02	03	
<b>I- DATOS</b>				
A. PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN EL AIRE)	gr	1324.0	1343.0	1354.0
B. PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN AGUA)	gr	902.4	906.5	922.6
C. VOLUMEN DE MASA+VOLUMEN DE VACIOS =(A-B)	cm <sup>3</sup>	<b>421.6</b>	<b>458.5</b>	<b>431.4</b>
D. PESO DEL MATERIAL SECO (105°C)	gr	1294.0	1406.0	1325.0
E. VOLUMEN DE MASA =C-(A-D)	cm <sup>3</sup>	<b>391.60</b>	<b>429.50</b>	<b>402.40</b>

Fuente: Elaboración propia

## Calculo

### *Peso Específico De Los Solidos Agregado Grueso*

$$P. e. s = \frac{D}{A - B}$$

$$P. e. s = \frac{1294}{1324.0 - 902.4}$$

$$P. e. s = 3.07$$

### *Peso específico de solidos saturado superficialmente seca.*

$$P. e. SSS = \frac{A}{A - B}$$

$$P. e. SSS = \frac{1324}{1324 - 902.4}$$

$$P. e. SSS = 3.14$$

### *Peso Específico Aparente*

$$P. e. a = \frac{D}{D - B}$$

$$P. e. a = \frac{1294}{1294 - 902.4}$$

$$P. e. a = 3.30$$

### Porcentaje De Absorción

$$\% DE ABSORCION = \frac{A - D}{D} * 100$$

$$\% DE ABSORCION = \frac{1324.0 - 1294}{1294} * 100$$

$$\% DE ABSORCION = 2.32$$

**TABLA 5.22.** Resultados del cálculo del Peso Específico y Absorción del agregado grueso. Cantera Isla. (Color Gris)

II.- RESULTADOS				
F. PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) =D/C	gr/cm <sup>3</sup>	<b>3.07</b>	<b>3.07</b>	<b>3.07</b>
G. PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) =A/C	gr/cm <sup>3</sup>	<b>3.14</b>	<b>3.13</b>	<b>3.14</b>
H. PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) = D/E	gr/cm <sup>3</sup>	<b>3.30</b>	<b>3.27</b>	<b>3.29</b>
I. % ABSORSION =((A-D)/D)*100	%	<b>2.32</b>	<b>2.06</b>	<b>2.19</b>
F. % PROMEDIO ABSORSION	%		<b>2.19</b>	

Fuente: Elaboración propia

### 5.7.3.7 PESO UNITARIO. (ASTM C-29, NTP 400.017),(MTC E 203)

Para obtener el peso unitario se realizó un ensayo de este tipo para el agregado grueso, con la finalidad de obtener una mejor medida representativa de los agregados, tal como lo recomienda la Norma ASTM C 29 Y NTP 400.017 (Peso Unitario del agregado).

#### Se siguió con el siguiente procedimiento:

1. Alistar un recipiente seco, limpio, de peso y capacidad conocidos.
2. Para el Peso Unitario Suelto, llenar el recipiente con el agregado, enrasar y pesar.
3. Para el Peso Unitario Compactado, llenar el recipiente con el agregado en tres capas aplicando 25 golpes por cada capa con una varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud con punta redondeada, enrasar y pesar.

Se procedió a realizar los cálculos de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

**Peso Unitario Suelto.**

$$P.U.S = \frac{PESO\ DEL\ MATERIAL}{VOLUMEN\ DEL\ RECIPIENTE}$$

**Peso Unitario Compactado**

$$P.U.C = \frac{PESO\ DEL\ MATERIAL\ COMPACTADO}{VOLUMEN\ DEL\ RECIPIENTE}$$

### CANTERA RIO GUITARRANE.

**TABLA 5.23.** Resultados del cálculo del peso unitario suelto del agregado grueso de la Cantera Río Guitarrane. (Color Amarillo)

PESO UNITARIO SUELTO				
NUMERO DE MUESTRAS.		01	02	03
A. PESO DEL MATERIAL+MOLDE	gr	9974.0	9975.0	9981.0
B. PESO MOLDE	gr	6453.0	6453.0	6453.0
C. PESO DEL MATERIAL	gr	<b>3521.0</b>	<b>3522.0</b>	<b>3528.0</b>
D. VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2077.3	2077.3	2077.3
E. PESO UNITARIO	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.695</b>	<b>1.695</b>	<b>1.698</b>
F. PROMEDIO	gr/cm <sup>3</sup>		<b>1.696</b>	

Fuente elaboración propia

$$P.U.S = \frac{3521.0\ gr}{2077.3\ Cm3}$$

$$P.U.S = 1.696\ gr/cm3$$

**TABLA 5.24.** Resultados del cálculo del peso unitario compactado del agregado grueso de la Cantera Río Guitarrane. (Color Amarillo)

PESO UNITARIO VARILLADO				
NUMERO DE MUESTRAS.		01	02	03
A. PESO DEL MATERIAL+MOLDE	gr	10163.0	10187.0	10176.0
B. PESO MOLDE	gr	6453.0	6453.0	6453.0
C. PESO DEL MATERIAL	gr	<b>3710.0</b>	<b>3734.0</b>	<b>3723.0</b>
D. VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2077.3	2077.3	2077.3
E. PESO UNITARIO	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.786</b>	<b>1.798</b>	<b>1.792</b>
F. PROMEDIO	gr/cm <sup>3</sup>		<b>1.792</b>	

Fuente elaboración propia

$$P.U.C = \frac{3710.0\ gr}{2077.30\ Cm3}$$

$$P.U.C = 1.786\ gr/cm3$$



**CANTERA ISLA.**

**TABLA 5.25.** Resultados del cálculo del peso unitario suelto del agregado fino de la Cantera Isla. (Color Gris)

PESO UNITARIO SUELTO				
NUMERO DE MUESTRAS.		01	02	03
A. PESO DEL MATERIAL+MOLDE	gr	9241.0	9438.0	9228.0
B. PESO MOLDE	gr	5990.0	5990.0	5990.0
C. PESO DEL MATERIAL	gr	<b>3251.0</b>	<b>3448.0</b>	<b>3238.0</b>
D. VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2077.3	2077.3	2077.3
E. PESO UNITARIO	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.565</b>	<b>1.660</b>	<b>1.559</b>
F. PROMEDIO	gr/cm <sup>3</sup>		<b>1.595</b>	

Fuente elaboración propia

$$P.U.S = \frac{3251.0 \text{ gr}}{2077.3 \text{ Cm}^3}$$

$$P.U.S = 1.565 \text{ gr/cm}^3$$

**TABLA 5.26.** Resultados del cálculo del peso unitario compactado del agregado fino de la Cantera Isla. (Color Gris)

PESO UNITARIO VARILLADO				
NUMERO DE MUESTRAS.		01	02	03
A. PESO DEL MATERIAL+MOLDE	gr	9534.0	9540.0	9538.0
B. PESO MOLDE	gr	5990.0	5990.0	5990.0
C. PESO DEL MATERIAL	gr	<b>3544.0</b>	<b>3550.0</b>	<b>3548.0</b>
D. VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	2077.3	2077.3	2077.3
E. PESO UNITARIO	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.706</b>	<b>1.709</b>	<b>1.708</b>
F. PROMEDIO	gr/cm <sup>3</sup>		<b>1.708</b>	

Fuente elaboración propia

$$P.U.C = \frac{3544.0 \text{ gr}}{2077.30 \text{ Cm}^3}$$

$$P.U.C = 1.706 \text{ gr/cm}^3$$



**FIGURA 5.23.** Peso Unitario Compactación del agregado grueso

### **5.7.3.8 DESGASTE DE BRASION (ASTM C131 Gradación A),(MTC E 207)**

Se presenta los resultados obtenidos sobre la dureza de los agregados gruesos según la procedencia de cantera, para lo cual se ha realizado el ensayo de los ángeles, cuyos resultados se presentan:

Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo)	: 24.00%
Cantera Isla (Color Gris)	: 23.30%

De acuerdo a los resultados que se presentan los agregados provenientes de las canteras seleccionadas cumplen con los requisitos de dureza establecidas en la N.T.P. 400.019 y ASTM C131, los cuales manifiestan que el desgaste del agregado grueso no deberá ser de más de 50 %.

### **5.7.3.9 ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88),(MTC E 209)**

La inalterabilidad del agregado grueso en soluciones de SO<sub>4</sub>.Mg (5 Ciclos) se presenta el porcentaje de perdidas corregidas según la procedencia de las canteras.

Cantera Rio Guitarrane (Color Amarillo)	: 7.42%
Cantera Isla (Color Gris)	: 7.42%

## **5.8 PREPARACION DEL CONCRETO.**

Para la preparación de concreto se tuvo en consideración las propiedades físicas de los agregado analizados en el laboratorio, las cuales de mencionan en la tabla.

**TABLA 5.27.** Datos de los agregados para el diseño de mezcla para cantera Río Guitarrane, según el método ACI 211.1

DESCRIPCION	UNIDA D	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNIT. SECO COMPACTADO	Kg/m <sup>3</sup>		1.837	1.792
PESO UNIT. SECO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>		1.584	1.696
PESO ESPECIFICO DE LA MASA	gr/cm <sup>3</sup>	2.9	2.406	2.401
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		3.41	3.26
PORCENTAJE DE ABSORCION	%		3.87	3.47
MODULO DE FINEZA			2.8449	7.8591
TAMAÑO MAXIMO	Pulg.			1"

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 5.28.** Datos de los agregados para el diseño de mezcla para cantera Isla, según el método ACI 211.1

DESCRIPCION	UNIDA D	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNIT. SECO COMPACTADO	Kg/m <sup>3</sup>		1.681	1.708
PESO UNIT. SECO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>		1.554	1.595
PESO ESPECIFICO DE LA MASA	gr/cm <sup>3</sup>	2.9	2.879	3.136
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		3.42	2.15
PORCENTAJE DE ABSORCION	%		2.69	3.19
MODULO DE FINEZA			3.10	7.82
TAMAÑO MAXIMO	Pulg.			1"

Fuente: Elaboración Propia

## 5.9 DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO

### DISEÑO DE MEZCLA F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> – MÉTODO: COMITÉ 211 DEL ACI.

El diseño de mezclas se ha realizado por el método del Comité 211 del ACI, este método desarrolla un procedimiento de diseño de mezclas basadas en algunas tablas, las mismas que permiten obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica del concreto.

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 mínima en elementos estructurales.

El procedimiento para la selección de las proporciones que se presenta en este método es Aplicable a concreto de peso normal. (Riva López, 2007).

### 5.9.1 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PREPARADO CON AGREGADO DE LA CANTERA RIO GUITARRANE (COLOR AMARILLO) E ISLA (GRIS)

#### A. Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada.

Ya que no se contaba con registros de ensayos previos de concretos similares se usó la siguiente tabla para obtener la resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ ), considerando que la resistencia a compresión del concreto es de 210 kg/cm<sup>2</sup>:

**TABLA 5.29.** Selección de la resistencia a compresión requerida cuando no se tienen datos Disponibles para establecer la desviación estándar (Cantera Río Guitarrane y cantera Isla)

$f'_{c}$ ( kg / cm <sup>2</sup> )	$f'_{cr}$ ( kg / cm <sup>2</sup> )	$f'_{c}$ ( kg / cm <sup>2</sup> )	$f'_{cr}$ ( kg / cm <sup>2</sup> )
Menor de 210	$f'_{c} + 70$		70
210 a 350	$f'_{c} + 84$	210	294
Mayor de 350	$f'_{c} + 98$		98

Fuente: Enrique Rivva Lopez "diseño de mezclas"

El  $f'_{c}$  requerido es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo utilizando la tabla 5.29 es:

$f'_{cr} = 210 + 84 = 294$  kg/cm<sup>2</sup> tanto para la cantera del Río Guitarrane como también para la Cantera Isla.

#### B. Selección de tamaño máximo nominal del agregado

La elección del TMN puede no estar limitada por la dimensión mínima del elemento a construir, sino de otros factores como el equipo disponible para mezclar o el método de colocación del concreto requerido, y cuando se trate de concreto bombeado recomienda el uso de agregados cuyo TMN varía entre 19mm (3/4") y 37.5 mm (1 1/2"). En Montejo (2013).

Por lo que, el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso son las siguientes:

**Cantera Río Guitarrane**

- Tamaño máximo nominal : 1",
- Tamaño máximo : 1 1/2"

**Cantera Isla**

- Tamaño máximo nominal : 1",
- Tamaño máximo : 1 1/2"

**C. Selección del asentamiento.**

**TABLA 5.30.** Selección de la consistencia y asentamiento (Cantera Río Guitarrane y Cantera Isla)

Asentamiento	Consistencia
0" - 2"	SECA
3" - 4"	PLASTICA
5"	FLUIDA

Fuente: Rivva López, Diseño de Mezclas (2014)

**D. Selección de volumen unitario del agua de diseño**

Al seleccionar el volumen unitario de agua se consideraron las recomendaciones del Comité 211 del ACI, se utilizó para obtener la cantidad de agua a incorporarse a la mezcladora por unidad cúbica de concreto.

Entrando en la tabla 5.31 se determina el volumen unitario de agua, o agua de diseño, necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1". Para ambas canteras.

**TABLA 5.31.** Volumen Unitario de Agua (Cantera Río Guitarrane y Cantera Isla)

ASENTAMIENTO	AGUA EN L/M3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	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	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Contenido de Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<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	-
Contenido total de Aire (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: Rivva López, Diseño de Mezclas (2014)

Para nuestro diseño el agua seleccionada es de 193 litros por metro cúbico. **(Cantera Río Guitarrane y cantera Isla).**

#### E. Selección del contenido de aire

**TABLA 5.32.** Contenido de Aire atrapado (Cantera Río Guitarrane y Cantera Isla)

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas",

El contenido de aire atrapado para un agregado grueso de TMN de 1" es de 1.5%. para las Canteras de Río Guitarrane y Cantera Isla.

#### F. Selección de la relación agua cemento por resistencia y por durabilidad

Para obtener la relación agua/cemento cuando el agregado está en condición saturado superficialmente seco, se tomaron en cuenta los criterios de selección por resistencia, usando la tabla 5.33, considerando que la resistencia a compresión media del concreto es 295 kg/cm<sup>2</sup> y que no tiene aire incorporado.

**TABLA 5.33.** Selección de la relación agua/cemento por resistencia (Cantera Río Guitarrane y Cantera Isla)

f'cr (28 días)	Relación Agua - Cemento de diseño en peso.	
	Concretos Sin Aire Incorporado	Concretos Con Aire Incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas", Pág. 95

Con los dos valores obtenidos, se realizó una interpolación con la siguiente fórmula:

$$\frac{Y_2 - Y_1}{Y_3 - Y_1} = \frac{X_2 - X_1}{X_3 - X_1}$$

$$y_2 = y_1 + \left( \frac{X_2 - X_1}{X_3 - X_1} \right) * (Y_3 - Y_1)$$

**TABLA 5.34.** Valores para interpolación (Cantera Río Guitarrane y cantera Isla)

X <sub>1</sub> =	250	Y <sub>1</sub> =	0.62
X <sub>2</sub> =	294	Y <sub>2</sub> =	0.558
X <sub>3</sub> =	300	Y <sub>3</sub> =	0.55

Fuente: Elaboración Propia.

Entrando en la tabla 3.34 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 0.558 tanto para Cantera Río Guitarrane y cantera Isla.

### G. Determinación del Factor Cemento. (cantera Isla)

Para la determinación del factor cemento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{VOLUMEN UNITARIO DE AGUA}}{\text{RELACION DE AGUA/CEMENTO}}$$

#### Cantera Río Guitarrane

$$\text{Factor Cemento} = \frac{193 \text{ Kg/m}^3}{0.56}$$

$$\text{Factor Cemento} = 396.56 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Factor Cemento} = 9.33 \text{ bolsas/m}^3$$

## Cantera Isla

$$\text{Factor Cemento} = 380.12 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Factor Cemento} = 8.94 \text{ bolsas/m}^3$$

## H. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido del agregado grueso se utilizó la tabla 15 con los datos del tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de finura del agregado fino, obteniendo un coeficiente  $b/b_0$ , el que fue multiplicado por el peso unitario seco varillado del agregado grueso. Obteniendo el peso seco del agregado grueso.

**TABLA 5.35.** Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto (Cantera Río Guitarrane y Cantera Isla)

Tamaño Máximo Nominal	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos Módulos de Fineza del Agregado Fino ( $b/b_0$ )			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72

Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas", Pág. 120

## Cantera Río Guitarrane

Para obtener el  $b/b_0$  para el módulo de fineza de 2.84, interpolamos:

**TABLA 5.36.** Valores para interpolación (Cantera Río Guitarrane)

$X_1 =$	2.8	$Y_1 =$	0.67
$X_2 =$	2.8449	$Y_2 =$	0.666
$X_3 =$	3	$Y_3 =$	0.65

Fuente: Elaboración propia.

Entrando a la tabla 5.35, con el módulo de fineza del agregado fino de 2.8449 y un Tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1", se encuentra un valor de 0.67 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen.



Entonces multiplicamos el valor obtenido por el peso unitario del agregado grueso:

$$\text{Peso Del Agregado Grueso} = B/B_0 * \text{Peso Unitario Compactado Del Agregado Grueso}$$

$$\text{Peso Del Agregado Grueso} = 0.67 \times 1.7919$$

$$\text{Peso Del Agregado Grueso} = 1,2006 \text{ Kg/m}^3$$

### **Cantera Isla.**

Para obtener el  $b/b_0$  para el módulo de fineza de 3.10. Se tomó la consideración de para módulos de finura mayores que 3.00 de agregado fino las resistencias disminuyen por lo que se recomienda no usar arenas con módulos de finura mayores a 3.00. Por lo que se optó por considerar 0.65 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen.

Entonces multiplicamos el valor obtenido por el peso unitario del agregado grueso:

$$\text{Peso Del Agregado Grueso} = B/B_0 * \text{Peso Unitario Compactado Del Agregado Grueso}$$

$$\text{Peso Del Agregado Grueso} = 0.65 \times 1,708$$

$$\text{Peso Del Agregado Grueso} = 1,110.20 \text{ Kg/m}^3$$

### **I. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso**

Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de volúmenes absolutos de estos ingredientes: Volumen absoluto de:

## CANTERA RIO GUITARRANE.

### Para Agregado Grueso:

$$\text{VOL. Agregado Grueso(m3)} = \frac{\text{PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO}}{\text{PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO}}$$

$$\text{Vol. Agregado grueso(m3)} = \frac{1200.60 \text{ Kg/m3}}{2.524 \text{ Kg/m3}}$$

$$\text{Vol. Agregado grueso} = 0.476 \text{ m3}$$

### Para el Cemento:

$$\text{Vol. Cemento(m3)} = \frac{\text{FACTOR CEMENTO}}{\text{PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO}}$$

$$\text{Vol. Cemento} = \frac{396.56 \text{ Kg/m3}}{2.9 \text{ Kg/m3}}$$

$$\text{Vol. Cemento} = 0.1367 \text{ m3}$$

### Para el Aire:

$$\text{Volumen De Aire (m3)} = 1.50\%$$

$$\text{Volumen De Aire (m3)} = 0.015 \text{ m3}$$

### Para el Agua:

$$\text{Vol. AGUA(m3)} = \frac{\text{VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA}}{\text{PESO ESPECIFICO DEL AGUA}}$$

$$\text{Volumen Del Agua (m3)} = \frac{193 \text{ Kg/m3}}{1000 \text{ Kg/m3}}$$

$$\text{Volumen Del Agua} = 0.193 \text{ m3}$$

**TABLA 5.37.** Volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso (Cantera Río Guitarrane)

<b>CEMENTO:</b>	=	<b>0.1370 m3</b>
<b>AGUA:</b>	=	<b>0.1930 m3</b>
<b>AIRE:</b>	=	<b>0.0150 m3</b>
<b>AGREGADO GRUESO:</b>	=	<b>0.476 m3</b>
<b>SUMA DE VOL.CONOCIDOS</b>	=	<b>0.8200 m3</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Para el Agregado Fino:

$$\text{Volumen Absoluto Agregado. Fino} = 1 - \text{Suma De Vol. Conocidos}$$

$$\text{Volumen Absoluto Agregado. Fino} = 1 - 0.8028 \text{ m3}$$

$$\text{Volumen Absoluto Agregado. Fino} = 0.1972 \text{ m3}$$

## CANTERA ISLA.

*Para Agregado Grueso:*

$$\text{Vol. Agregado Grueso(m}^3\text{)} = \frac{\text{PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO}}{\text{PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO}}$$

$$\text{Vol. Agregado Grueso(m}^3\text{)} = \frac{1,110.20 \text{ Kg/m}^3}{3.136 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Vol. Agregado Grueso} = 0.354 \text{ m}^3$$

*Para el Cemento:*

$$\text{VOL. Cemento(m}^3\text{)} = \frac{\text{FACTOR CEMENTO}}{\text{PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO}}$$

$$\text{Vol. Cemento} = \frac{380.12 \text{ Kg/m}^3}{2.9 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Vol. Cemento} = 0.1311 \text{ m}^3$$

*Para el Aire:*

$$\text{Volumen De Aire (m}^3\text{)} = 1.50\%$$

$$\text{Volumen De Aire (m}^3\text{)} = 0.015 \text{ m}^3$$

*Para el Agua:*

$$\text{VOL. Agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA}}{\text{PESO ESPECIFICO DEL AGUA}}$$

$$\text{Volumen Del Agua (m}^3\text{)} = \frac{193 \text{ Kg/m}^3}{1000 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Volumen Del Agua} = 0.193 \text{ m}^3$$

**TABLA 5.38.** Volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso (Cantera Isla)

<b>CEMENTO:</b>	=	<b>0.1310 m<sup>3</sup></b>
<b>AGUA:</b>	=	<b>0.1930 m<sup>3</sup></b>
<b>AIRE:</b>	=	<b>0.0150 m<sup>3</sup></b>
<b>AGREGADO GRUESO:</b>	=	<b>0.3540 m<sup>3</sup></b>
<b>SUMA DE VOL.CONOCIDOS</b>	=	<b>0.6931 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Elaboración propia.

*Para el Agregado Fino:*

*Volumen Absoluto Agregado. Fino = 1-Suma De Vol. Conocidos*

*Volumen Absoluto Agregado. Fino = 1-0.6931 m<sup>3</sup>*

*Volumen Absoluto Agregado. Fino = 0.3069 m<sup>3</sup>*

## J. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO

*Cantera Rio Guitarrane*

<b>CEMENTO</b>	<b>:</b>	<b>396.56</b>	<b>/</b>	<b>2.9</b>	<b>=</b>	<b>0.1367</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>AGUA</b>	<b>:</b>	<b>193</b>	<b>/</b>	<b>1000</b>	<b>=</b>	<b>0.1930</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>AIRE</b>	<b>:</b>	<b>1.50</b>	<b>/</b>	<b>100</b>	<b>=</b>	<b>0.0150</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>:</b>	<b>0.710</b>	<b>x</b>	<b>0.6700</b>	<b>=</b>	<b>0.4720</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>AGREGADO FINO</b>	<b>:</b>	<b>0.722</b>	<b>x</b>	<b>0.3300</b>	<b>=</b>	<b>0.1828</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
						<b>1.0000</b>	

*Cantera Isla*

<b>CEMENTO</b>	<b>:</b>	<b>380.12</b>	<b>/</b>	<b>2.9</b>	<b>=</b>	<b>0.131</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>AGUA</b>	<b>:</b>	<b>193</b>	<b>/</b>	<b>1000</b>	<b>=</b>	<b>0.1930</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>AIRE</b>	<b>:</b>	<b>1.50</b>	<b>/</b>	<b>100</b>	<b>=</b>	<b>0.0150</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>:</b>	<b>0.544</b>	<b>x</b>	<b>0.650</b>	<b>=</b>	<b>0.3540</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>AGREGADO FINO</b>	<b>:</b>	<b>0.584</b>	<b>x</b>	<b>0.350</b>	<b>=</b>	<b>0.307</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
						<b>1.0000</b>	

## K. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO

*Cantera Rio Guitarrane*

<b>CEMENTO</b>		<b>396.6</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>				
<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>:</b>	<b>0.472</b>	<b>x</b>	<b>2.524</b>	<b>=</b>	<b>1192.6</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>AGREGADO FINO</b>	<b>:</b>	<b>0.1828</b>	<b>x</b>	<b>2.545</b>	<b>=</b>	<b>465.2</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>AGUA DE DISEÑO</b>		<b>=</b>	<b>193.0</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>			
		<b>2247.4</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>				

*Cantera Isla*

CEMENTO		380.12	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	: 0.3539 x 3.136 =	1110.0	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	: 0.3070 x 2.879 =	883.9	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA DE DISEÑO	=	193.0	Lts/m <sup>3</sup>
		2567.0	Kg/m <sup>3</sup>

**L. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION:**

*Cantera Rio Guitarrane*

AGREGADO GRUESO	: -0.0021 x 1192.6 =	-2.463	Lts
AGREGADO FINO	: -0.0046 x 465.2 =	-2.130	Lts
AGUA EFECTIVA	: 193 + -2.130 -2.463 =	197.59	Lts

*Cantera Isla*

AGREGADO GRUESO	: -0.0004 x 1110.0 =	-0.419	Lts
AGREGADO FINO	: 0.0076 x 883.9 =	6.731	Lts
AGUA EFECTIVA	: 193 + 6.731 -0.419 =	186.69	Lts

**M. PESO MATERIALES CORREGIDO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

*Cantera Rio Guitarrane*

CEMENTO		396.6	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	: 1192.6 + 2.46 =	1190.096	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	: 465.2 + -2.13 =	463.106	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA EFECTIVA	=	197.593	Lts/m <sup>3</sup>
		2247.40	Kg/m <sup>3</sup>

*Cantera Isla*

CEMENTO		380.12	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	: 1110.0 + -0.42 =	1109.564	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	: 883.9 + 6.73 =	890.647	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA EFECTIVA	=	186.688	Lts/m <sup>3</sup>
		2567.0	Kg/m <sup>3</sup>

## N. PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

### *Cantera Rio Guitarrane*

CEMENTO	:	396.56	/	396.56	=	1
AGREGADO GRUESO	:	1190.10	/	396.56	=	3.001
AGREGADO FINO	:	463.10	/	396.56	=	1.168
AGUA EFECTIVA	:	197.593	/	396.56	=	0.498

### *Cantera Isla*

CEMENTO	:	380.12	/	380.12	=	1
AGREGADO GRUESO	:	1109.6	/	380.12	=	2.919
AGREGADO FINO	:	890.6	/	380.12	=	2.343
AGUA EFECTIVA	:	186.688	/	380.12	=	0.491

## O. PESO DE MATERIALES POR BOLSA

### *Cantera Rio Guitarrane*

CEMENTO	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
AGREGADO GRUESO	:	3.001	x	42.5	=	127.55	kg/saco
AGREGADO FINO	:	1.168	x	42.5	=	49.63	kg/saco
AGUA EFECTIVA	:	0.498	x	42.5	=	21.18	Lts/saco

### *Cantera Isla*

CEMENTO	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
AGREGADO GRUESO	:	2.919	x	42.5	=	124.06	kg/saco
AGREGADO FINO	:	2.343	x	42.5	=	99.58	kg/saco
AGUA EFECTIVA	:	0.491	x	42.5	=	20.87	Lts/saco

## 5.10 DETERMINACION DE LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES PARA LOS VACIADOS

Inicialmente se tenía programado elaborar 9 briquetas de concreto preparado con agregado de color amarillo (Cantera Río Guitarrane). Pero se elaboró una briketa más en caso se tenga una muestra defectuosa. Teniendo una cantidad de 10 briquetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura para el concreto de cantera Río Guitarrane y de igual manera para las briquetas de concreto preparados con agregados de color gris (Cantera Isla), la misma cantidad de briquetas sumando un total de 20 briquetas.

Con las dimensiones de las briquetas, se halló el volumen de concreto a utilizar.

$$\text{Vol. de Briketa} = \left(\frac{\text{DIAMETRO}}{2}\right)^2 \times \pi \times \text{Altura}$$

Donde:

$$\text{Diámetro de Briketa} = 0.15 \quad m$$

$$\text{Altura de Briketa} = 0.30 \quad m$$

$$\text{Volumen de la Briketa} = 0.005 \quad m^3$$

También se tomó en cuenta el volumen del cono de Abrams, ya que se realizó un ensayo con este cono por cada tanda de concreto. Sus dimensiones son las siguientes:

Para hallar el volumen del cono usamos la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen del Cono} = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + r^2 + Rr)$$

Donde:

$$R: \text{Radio del diámetro de base inferior} = 0.20 \quad m$$

$$r: \text{Radio de parte superior} = 0.10 \quad m$$

$$h: \text{Altura de cono} = 0.30 \quad m$$

$$\text{Volumen Del Cono} = 0.022 \quad m$$

$$\text{Volumen De Concreto} = (\text{Vol. Briketa} * \# \text{de Briketas}) + \text{Vol. Cono} * 1.05$$

El volumen del concreto es multiplicado por 1.05 debido a que se consideró que se podría usar un 5% más de concreto en todos los vaciados.

***Volumen para el vaciado del concreto preparado con el agregado de color amarillo (RIO GUITARRANI)***

*Volumen De Concreto= 0.08 m<sup>3</sup>*

***Volumen para el vaciado del concreto preparado con el agregado de color Gris (CANTERA ISLA)***

*Volumen De Concreto= 0.08 m<sup>3</sup>*

**TABLA 5.39.** Peso de materiales para el vaciado de testigos de concreto (Rio Guitarrane).

MATERIAL	VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA	VALORES PARA EL CONCRETO (RIO GUITARRANE)
CEMENTO	396.56 Kg/m <sup>3</sup>	29.98 Kg
AGUA EFECTIVA	197.593 Lt/m <sup>3</sup>	14.94 Lt
A. FINO HUMEDO	463.106 Kg/m <sup>3</sup>	35.01 Kg
A. GRUESO HUMEDO	1190.096 Kg/m <sup>3</sup>	89.97 Kg

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 5.40.** Peso de materiales para el vaciado de testigos de concreto (Rio Isla).

MATERIAL	VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA	VALORES PARA EL CONCRETO (CANTERA ISLA)
CEMENTO	380.12 Kg/m <sup>3</sup>	28.74 Kg
AGUA EFECTIVA	197.593 Lt/m <sup>3</sup>	14.59 Lt
A. FINO HUMEDO	463.106 Kg/m <sup>3</sup>	66.82 Kg
A. GRUESO HUMEDO	1190.096 Kg/m <sup>3</sup>	83.92 Kg

Fuente: Elaboración Propia

## 5.11 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

La producción de las probetas de concreto, se realizó la elaboración de probetas de acuerdo al diseño de mezclas y a la obtención de resultados, primero se realiza la cantera Río Guitarrane en un día y al siguiente día la cantera Isla.

El concreto fue mezclado en una trompo de concreto de capacidad de una bolsa y Media (9 pie<sup>3</sup>) de cemento, de manera que se logró una mezcla homogénea, al poner en Funcionamiento el trompo mezclador giratorio se procede a verter los componentes del Concreto, los cuales guardan un cierto orden ya que fueron elaborados en laboratorio y no en obra.



El orden será: Agregado Grueso, Agregado fino y cemento, dejando que por 40 segundos a 1 minutos se mezclen estos 3 componentes bien, luego de este tiempo estimado se procedió a dividir el agua dosificada en 4 partes iguales, y se fue colocando las 2 primeras partes de agua, luego la tercera parte, y al mismo tiempo controlar visualmente como se realizó el mezclado homogéneo de este moviendo el trompo para que todas las partículas se mezclaron y al final la cuarta parte del agua para limpiar los bordes del trompo y las paletas para así tener una mezcla homogénea, una vez colocado todos los componentes ya mencionados que conformaron el concreto, se mantuvo en funcionamiento el trompo durante un tiempo mínimo de mezcla de cinco minutos, esto permitió una mezcla homogénea de todos los componentes, para luego verificar el asentamiento con el ensayo de Cono de Abrams, que con este valor determináramos la trabajabilidad del concreto.

#### **5.12 ENSAYO DE REVENIMIENTO O ASENTAMIENTO EN EL CONO DE ABRAMS (ASTM-C143),(MTC E 705)**

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).

#### **Descripción del proceso**

- ❖ 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.

Ya que en el diseño de mezcla en la tabla 5.30. Se consideró el revenimiento de 3" a 4" Se compararon estos valores con los datos obtenidos durante el ensayo.

**TABLA 5.41.** Análisis de la consistencia de la mezcla con el cono de Abrams. Cantera Río Guitarrane (Color Amarillo)

SLUMP (Pulg.) OBTENIDO EN EL DISEÑO	SLUMP (Pulg.) OBTENIDO EN PRUEBA	CUMPLE
3" - 4"	3.2	SI

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 5.42.** Análisis de la consistencia de la mezcla con el cono de Abrams. Cantera Isla (Color Gris)

SLUMP (Pulg.) OBTENIDO EN EL DISEÑO	SLUMP (Pulg.) OBTENIDO EN PRUEBA	CUMPLE
3" - 4"	3.8	SI

Fuente: Elaboración Propia

Para empezar se asume como la trabajabilidad al 100% al valor obtenido por la muestra de concreto de la cantera Isla.

$$\% \text{ del Trabajabilidad} = \frac{3.2}{3.8} * 100 = 84.21\%$$

Se observa que los ensayos de asentamientos están entre los límites utilizados en el diseño de mezcla que es de 3" a 4". Para ambas canteras.



**FIGURA 5.24.** Verificación de la prueba slump, en el diseño de Mezclas

### **5.13 ELABORACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (Moldeado De Los Cilindros De Prueba)**

Se colocó los moldes de cilindros en una superficie nivelada.

- ❖ Se engrasó con aceite la pared y la base interior de los moldes cilíndricos.
- ❖ Se llenó el molde en tres capas iguales con la cuchara.
- ❖ Se compactó la capa apisonando, con una varilla de 5/8" en caso de los moldes de 6"x12", 25 veces uniformemente distribuidas en cada capa.
- ❖ Se enrazó la parte superior con la plancha de albañil para obtener una superficie lisa y nivelada.
- ❖ Inmediatamente después del moldeo y acabado de la superficie, los especímenes se almacenaron por un periodo de 24 horas en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes, para posteriormente desmoldar las probetas de concreto.
- ❖ Finalmente se le marco en la superficie la fecha y el tipo de concreto vaciado.

## 5.14 CURADO DE PROBETAS

Las muestras de concreto han sido extraídas de los moldes a las 24 horas del vaciado, Según la Norma ASTM C – 192 las muestras deben ser sumergidas en agua o en un ambiente con un 95% de humedad relativa y a una temperatura mínima de  $23 \pm 2$  °C. Pero esta condición de la temperatura para efectos del presente trabajo, no se ha cumplido, se ha tomado la decisión que el agua usada en el proceso de curado sea la misma que viene de la red pública. En lo posible se ha tratado de mantener la temperatura del agua de curado a 13°C, ya que estas temperaturas son muy representativo de la realidad tanto en la ciudad de Juliaca.

Enseguida dichas muestras fueron introducidas en la poza de curado hasta esperar el momento de su rotura y ser sometidas a los ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días.

## 5.15 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

### PROCEDIMIENTO

- A)** Se tomaron como testigos para el ensayo de compresión uniaxial a los especímenes cilíndricos (briquetas) elaborados con concreto de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>, dichos especímenes tuvieron dimensiones de 15x30 cm.
- B)** Se procedió a medir el diámetro de los especímenes cilíndricos en los extremos del mismo, se tomó dos anotaciones por cada lado, orientándose así 3 lecturas del diámetro para posteriormente promediarlas y hallar el área de contacto.
- C)** Se colocó los cabezales con neopreno a cada extremo de los especímenes, esto con el fin de uniformizar la carga en las superficies de contacto de la probeta, ya que esta podría presentar irregularidades en su textura que podrían variar los resultados.
- D)** Se procedió al montaje de los especímenes en la prensa de compresión y se realizó el ensayo, que consiste en esforzar los especímenes hasta que se produzca la falla de los mismos.
- E)** Posteriormente se anotó la máxima carga aplicada y se observó el tipo de falla que produjeron los especímenes de concreto.

## 5.16 TOMA DE DATOS DE ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS

### 5.16.1. CONCRETO PREPARADO CON LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE LA CANTERA RIO GUITARRANE (COLOR AMARILLO) ENSAYADOS A LOS 7, 14, Y 28 DÍAS.

**TABLA 5.43.** TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA RIO GUITARRANE (COLOR AMARILLO)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE :		EDAD (Dias)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	17/05/18	7	176.7	26350	149	71.0%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	17/05/18	7	176.7	25840	146	69.5%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	17/05/18	7	176.7	26570	150	71.4%

Fuente: Laboratorio Geotecnia Puno

**TABLA 5.44.** TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA RIO GUITARRANE (COLOR AMARILLO)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE :		EDAD (Dias)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	24/05/18	14	176.7	32160	182	86.7%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	24/05/18	14	176.7	33450	189	90.0%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	24/05/18	14	176.7	32920	186	88.6%

Fuente: Laboratorio Geotecnia Puno

**TABLA 5.45.** TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA RIO GUITARRANE (COLOR AMARILLO)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE :		EDAD (Dias)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	07/06/18	28	176.7	37850	214	101.9%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	07/06/18	28	176.7	38770	219	104.3%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	07/06/18	28	176.7	38520	218	103.8%

Fuente: Laboratorio Geotecnia Puno

### 5.16.2. CONCRETO PREPARADO CON LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE LA CANTERA ISLA (COLOR GRIS) ENSAYADOS A LOS 7, 14, Y 28 DÍAS.

**TABLA 5.46.** TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA ISLA (COLOR GRIS).

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE :		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	28/05/18	7	176.7	26840	152	72.3%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	28/05/18	7	176.7	26030	147	70.1%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	28/05/18	7	176.7	26790	152	72.2%

Fuente: Laboratorio Geotecnia Puno

**TABLA 5.47.** TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA ISLA (COLOR GRIS).

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE :		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	04/06/18	14	176.7	32480	184	87.5%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	04/06/18	14	176.7	33180	188	89.4%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	04/06/18	14	176.7	32840	186	88.5%

Fuente: Laboratorio Geotecnia Puno

**TABLA 5.48.** TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO CANTERA ISLA (COLOR GRIS).

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE :		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	18/06/18	28	176.7	37980	215	102.4%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	18/06/18	28	176.7	38820	220	104.6%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	18/06/18	28	174.7	38790	220	104.5%

Fuente: Laboratorio Geotecnia Puno

## CAPITULO VI:

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 6.1. TABLAS DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO

TABLA 6.1. Resultado de Características Geométricas y Morfológicas. Cantera Rio Guitarrane.

CARACTERÍSTICAS	RIO GUITARRANE
PROCEDENCIA	Naturales (Canto Rodado rio)
COMPOSICION MINERALOGICA	Silicatos-Micas
TAMAÑO	Agregado Fino(Arenas) Agregado Grueso(Piedras)
FORMA	Sub angular – Sub redondeada
TEXTURA SUPERFICIAL	Granular y lisa
PESO	Peso Normal
COLOR	Amarillo
CONSISTENCIA	Dura y resistente

FUENTE: Elaboración Propia.

En la tabla se puede apreciar las características observados visualmente del agregado proveniente de la cantera Rio Guitarrane, son de procedencia natural canto rodados, con una composición mineralógica de silicatos y micas las cuales proporcionan tanto agregado grueso y fino con una textura y forma granular y lisa, sub angular y sub redondeada con un peso normal y con un color particular Amarillo de consistencia dura y resistente.

TABLA 6.2. Resultado de Características Geométricas y Morfológicas. Cantera Isla

CARACTERÍSTICAS	CANTERA ISLA
PROCEDENCIA	Naturales (Canto Rodado cantera)
COMPOSICION MINERALOGICA	Silicatos-Calcareos
TAMAÑO	Agregado Fino(Arenas) Agregado Grueso(Piedras)
FORMA	Angular y Sub redondeado
TEXTURA SUPERFICIAL	Granular y lisa
PESO	Peso Normal
COLOR	Gris
CONSISTENCIA	Dura y resistente

FUENTE: Elaboración Propia.

En la tabla se puede apreciar las características observados visualmente del agregado proveniente de la cantera Isla, son de procedencia natural canto rodados con una composición mineralógica de silicatos y calcáreos las cuales proporcionan tanto agregado grueso y fino con una textura y forma granular y lisa, angular y sub redondeada con un peso normal y con un color común que es el gris de consistencia dura y resistente.

La descripción de las características de los agregados se ha realizado en función a las definiciones descritas en el ítem 2.6. Características de los agregados.

A continuación se presenta el cuadro del análisis de las propiedades físicas granulométrico del agregado grueso y fino, de la cantera Río Guitarrane separándolos por intermedio del tamiz N° 4 equivalente a 4.75 mm. Para su respectivo análisis individual.

**TABLA 6.3.** Resultados de Propiedades Físicas del Agregado Fino y Grueso. Río Guitarrane

CARACTERISTICAS	Und.	CARTERA RIO GUITARRANE	
		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNIT. SECO COMPACTADO	Kg/m <sup>3</sup>	1.838	1.7919
PESO UNIT. SECO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>	1.584	1.6963
PESO ESPECIFICO DE LA MASA	gr/cm <sup>3</sup>	2.545	2.524
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.41	3.26
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	3.87	3.47
MODULO DE FINEZA		2.84	7.89
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	Pulg.		1

FUENTE: Elaboración Propia.

La tabla 6.3 nos muestra las diferentes propiedades físicas de los agregados que fueron realizados mediante ensayos en el laboratorio tanto del agregado fino y grueso de la cantera Río Guitarrane "Amarillo".

Agregado Fino: el peso unitario compactado es de 1.8 la cual no estaría cumpliendo con la norma NTP 400.011 que dice que el rango es de 1.5 a 1.70. El peso unitario suelto es de 1.584 el rango es de 1.40 a 1.60 entonces cumple la norma.



El peso específico es de 2.545. El rango es de 2.50 a 2.75 para agregados de peso normal la cual estaría dentro del rango, en cuanto al contenido de humedad es de 3.41 y el porcentaje de absorción es de 3.87 y el módulo de fineza es de 2.84 según la norma ASTM establece un rango de 2.30 a 3.0 las veces según (Abanto Castillo) las arenas comprendidas entre 2.2 a 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce la segregación y las que se encuentran entre 2.8 a 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

Agregado Grueso: el peso unitario compactado es de 1.79 la cual estaría cumpliendo con la norma NTP 400.011 que dice que el rango es de 1.60 a 1.9. El peso unitario suelto es de 1.69 el rango es de 1.5 a 1.6 entonces cumple la norma, el peso específico es de 2.524. El rango es de 2.50 a 2.75 para agregados de peso normal la cual estaría dentro del rango, en cuanto al contenido de humedad es de 3.26 y el porcentaje de absorción es de 3.47 y el módulo de fineza es de 7.89 con un tamaño máximo nominal de 1".

**TABLA 6.4.** Resultados de Propiedades Físicas del Agregado Fino y Grueso. Cantera Isla

CARACTERISTICAS	Und.	CARTERA ISLA	
		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO UNIT. SECO COMPACTADO	Kg/m <sup>3</sup>	1.681	1.708
PESO UNIT. SECO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>	1.554	1.595
PESO ESPECIFICO DE LA MASA	gr/cm <sup>3</sup>	2.879	3.136
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.45	2.15
PORCENTAJE DE ABSORCION	%	2.69	2.19
MODULO DE FINEZA		3.1	7.76
TAMAÑO MAXIMO	Pulg.		1

FUENTE: Elaboración Propia.

La tabla 6.4 nos muestra las diferentes propiedades físicas de los agregados que fueron realizados mediante ensayos en el laboratorio tanto del agregado fino y grueso de la cantera Isla "Gris".

Agregado Fino: el peso unitario compactado es de 1.681 la cual estaría cumpliendo con la norma NTP 400.011 que dice que el rango es de 1.5 a 1.70. El peso unitario suelto es de 1.554 el rango es de 1.40 a 1.60 entonces cumple la norma.

El peso específico es de 2.89. El rango es de 2.50 a 2.75 para agregados de peso normal la cual estaría no estaría dentro del rango, en cuanto al contenido de humedad es de 3.45 y el porcentaje de absorción es de 2.69 y el módulo de fineza es de 3.1 según la norma ASTM establece un rango de 2.30 a 3.0 a la vez según (Abanto Castillo) las arenas comprendidas entre 2.2 a 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce la segregación y las que se encuentran entre 2.8 a 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

Agregado Grueso: el peso unitario compactado es de 1.708 la cual estaría cumpliendo con la norma NTP 400.011 que dice que el rango es de 1.60 a 1.9. El peso unitario suelto es de 1.595 el rango es de 1.5 a 1.6 entonces cumple la norma, el peso específico es de 3.136. El rango es de 2.50 a 2.75 para agregados de peso normal la cual no estaría dentro del rango, en cuanto al contenido de humedad es de 2.15 y el porcentaje de absorción es de 2.19 y el módulo de fineza es de 7.76 con un tamaño máximo nominal de 1".

## 6.2. TABLAS DE RESULTADOS DE DISEÑO DE MEZCLA DE LOS AGREGADOS DE ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO

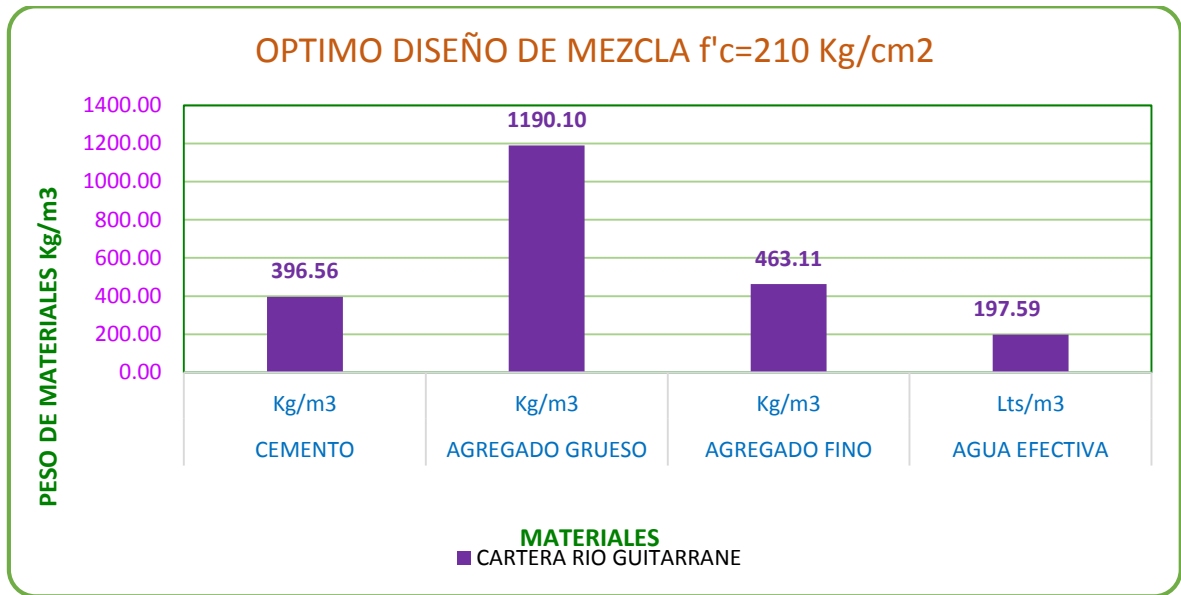
Mediante los ensayos realizados a los agregados de cada cantera es claramente apreciable que los resultados obtenidos aunque cercanos entre ellos no son exactamente los mismos, es decir, que las propiedades físicas y mecánicas de agregado fino y agregado grueso difieren dependiendo de la cantera en donde hayan sido extraídos, por ende al momento de elaborar concreto la dosificación empleada para una resistencia determinada no será la misma.

**TABLA 6.5.** Resultado de Peso Materiales por m<sup>3</sup> de Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  Cantera Río Guitarrane. "Amarillo"

AGREGADOS DE CONCRETO	Und.	CARTERA RIO GUITARRANE
CEMENTO	Kg/m <sup>3</sup>	396.56
AGREGADO GRUESO	Kg/m <sup>3</sup>	1190.10
AGREGADO FINO	Kg/m <sup>3</sup>	463.11
AGUA EFECTIVA	Lts/m <sup>3</sup>	197.59

FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA 6.1:** Resultados de Peso Materiales por m3 de Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  Cantera Rio Guitarrane. "Amarillo"

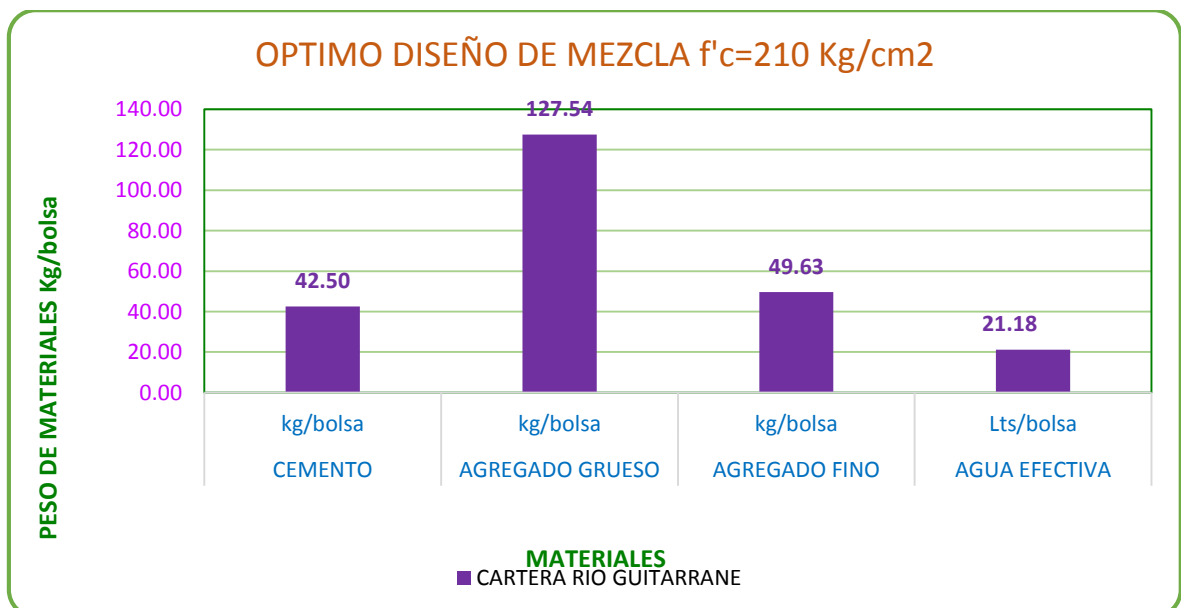


**TABLA 6.6.** Resultados de Peso de Materiales por Bolsa de 42.50Kg Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  Cantera Rio Guitarrane. "Amarillo"

CARACTERISTICAS	Und.	CARTERA RIO GUITARRANE
CEMENTO	kg/bolsa	42.50
AGREGADO GRUESO	kg/bolsa	127.54
AGREGADO FINO	kg/bolsa	49.63
AGUA EFECTIVA	Lts/bolsa	21.18

FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA 6.2:** Resultados de Peso de Materiales por Bolsa de 42.50Kg Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  Cantera Rio Guitarrane. "Amarillo"



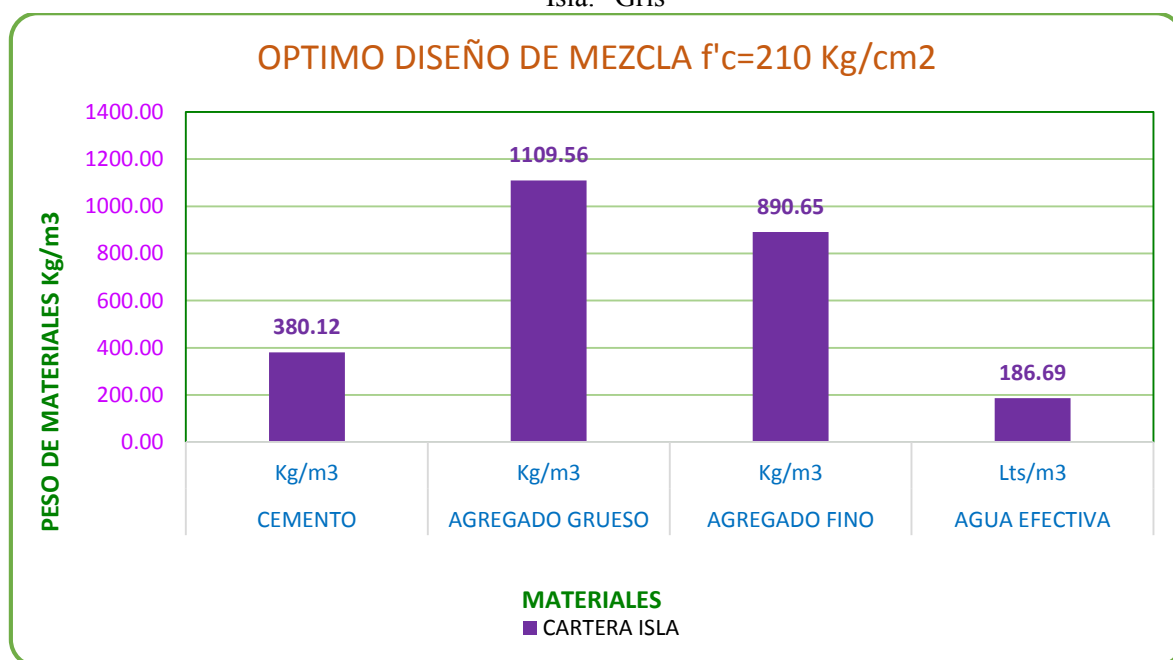
**CANTERA ISLA**

**TABLA 6.7.** Resultados de Peso Materiales por m3 de Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  Cantera Isla. "Gris"

AGREGADOS DE CONCRETO	Und.	CARTERA ISLA
CEMENTO	Kg/m3	380.12
AGREGADO GRUESO	Kg/m3	1109.56
AGREGADO FINO	Kg/m3	890.65
AGUA EFECTIVA	Lts/m3	186.69

FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA 6.3:** Resultados de Peso Materiales por m3 de Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  Cantera Isla. "Gris"

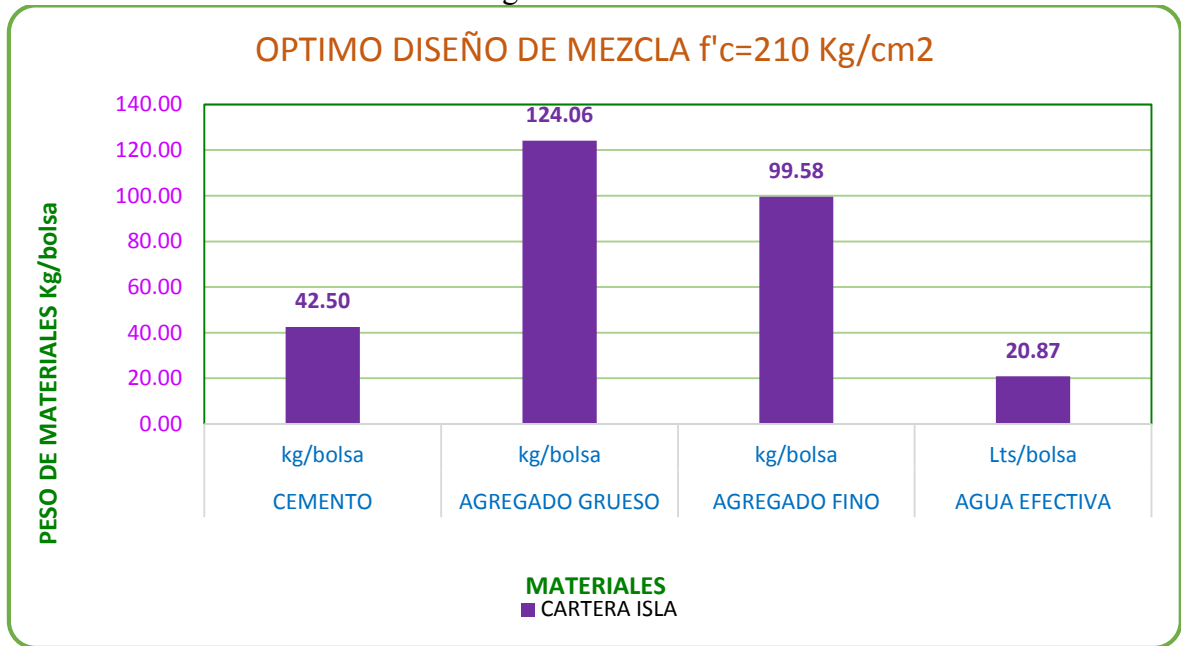


**TABLA 6.8.** Resultados de Peso de Materiales por Bolsa de 42.50Kg Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  Cantera Isla. "Gris"

Características	Unid.	CARTERA ISLA
CEMENTO	kg/bolsa	42.50
AGREGADO GRUESO	kg/bolsa	124.06
AGREGADO FINO	kg/bolsa	99.58
AGUA EFECTIVA	Lts/bolsa	20.87

FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA 6.4:** Resultados de Peso de Materiales por Bolsa de 42.50Kg Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  Cantera Isla. "Gris"



### 6.3. TABLAS COMPARATIVOS DE RESULTADOS DE CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS DE ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO.

**TABLA 6.9.** Comparativo de Resultado de las Características del Agregado Río Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris"

CARACTERÍSTICAS	CANTERAS	
	RIO GUITARRANE	ISLA
<b>PROCEDENCIA</b>	Naturales (Canto Rodado río)	Naturales (Canto Rodado cantera)
<b>COMPOSICION MINERALOGICA</b>	Silicatos-Micas	Silicatos-Calcareos
<b>TAMAÑO</b>	Agregado Fino(Arenas) Agregado Grueso(Piedras)	Agregado Fino(Arenas) Agregado Grueso(Piedras)
<b>FORMA</b>	Sub angular – Sub redondeada	Angular y Sub redondeado
<b>TEXTURA SUPERFICIAL</b>	Granular y lisa	Granular y lisa
<b>PESO</b>	Peso Normal	Peso Normal
<b>COLOR</b>	Amarillo	Gris
<b>CONSISTENCIA</b>	Dura y resistente	Dura y resistente

FUENTE: Elaboración Propia

Los agregados del río Guitarrane e Isla son de peso normal normales naturales, incluyen las arenas y cantos rodados de río o cantera, la piedra partida. De tamaño de Agregados; Finos y Gruesos con la diferencia de colores de color Amarillo y Gris.

**TABLA 6.10.** Comparativo de resultados de Propiedades Físicas del Agregado Fino y Grueso. Cantera Río Guitarrane "Amarillo" e isla "Gris"

CARACTERISTICAS	Und.	CANTERA RIO GUITARRANE		CANTERA ISLA	
		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
<b>PESO UNIT. SECO COMPACTADO</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1.837</b>	<b>1.7919</b>	<b>1.681</b>	<b>1.708</b>
<b>PESO UNIT. SECO SUELTO</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1.584</b>	<b>1.6963</b>	<b>1.554</b>	<b>1.595</b>
<b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA</b>	<b>gr/c m<sup>3</sup></b>	<b>2.545</b>	<b>2.524</b>	<b>2.879</b>	<b>3.136</b>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>3.41</b>	<b>3.26</b>	<b>3.45</b>	<b>2.15</b>
<b>PORCENTAJE DE ABSORCION</b>	<b>%</b>	<b>3.87</b>	<b>3.47</b>	<b>2.69</b>	<b>2.19</b>
<b>MODULO DE FINEZA</b>		<b>2.84</b>	<b>7.89</b>	<b>3.1</b>	<b>7.76</b>
<b>TAMAÑO MAXIMO</b>	<b>Pulg.</b>		<b>1</b>		<b>1</b>

FUENTE: Elaboración Propia

La granulometría de agregado grueso tanto para la cantera Río Guitarrane e Isla respectivamente cumple cumpliendo la norma NTP 400.12.

La granulometría de agregado fino para la cantera Río Guitarrane e Isla respectivamente se encuentran dentro de los límites propuestos es por estos que los valores del módulo de fineza son de 2.84 y 3.1 Isla cumpliendo la norma NTP 400.011 que dice que el rango es de 2.3 a 3.1.

El peso unitario suelto del agregado fino tanto para la cantera Guitarrane e Isla es respectivamente es de 1.584 y 1.554, la norma NTP 400.017 que indica que el rango es de 1.4 a 1.6 entonces cumple la norma.

El peso unitario compactado del agregado fino tanto para la cantera Río Guitarrane e Isla respectivamente es de 1.837 y 1.681, la norma NTP 400.017 que indica que el rango es de 1.5 a 1.7 no cumpliendo la norma de la cantera Río Guitarrane.

El peso unitario suelto del agregado grueso tanto para la cantera Rio Guitarrane e Isla respectivamente es de 1.696 y 1.595, la norma NTP 400.017 que indica que el rango es de 1.5 a 1.6 entonces no cumpliendo la norma la de la cantera Rio Guitarrane.

El peso unitario compactado del agregado grueso tanto para la cantera Rio Guitarrane e Isla respectivamente es de 1.792 y 1.708, la norma NTP 400.017 que indica que el rango es de 1.6 a 1.9 entonces cumple la norma.

Los agregados provenientes tanto de la cantera Rio Guitarrane e Isla respectivamente proviene de la trituración de rocas naturales producto del cauce de los ríos canto rodado y el tiempo de transporte, el porcentaje de perdida por abrasión es de 27.62% Rio Guitarrane y 23.30% Isla haciendo que la norma NTP 400.019 se cumpla.

La el contenido de Humedad tanto de los agregados fino y gruesos provenientes de la cantera Rio Guitarrane e Isla se encuentre dentro de 2.15% y 3.45% indicando que retiene considerable porcentaje de agua, lo cual fue bueno ya que se realizó una buena dosificación del concreto.

El módulo de fineza del la cantera Rio Guitarrane e Isla es de 2.84 y 3.1 Se estiman que las arenas comprendidas entre los módulos de fineza 2.2 - 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia

El peso específico de la cantera Rio Guitarrane e Isla agregado fino 2.545 y 2.879; grueso 2.524 y 3.136 Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal para la cantera Rio Guitarrane y pesados para la cantera Isla por que no están comprendidos entre 2.50 a 2.75.

Se concluye que en esta investigación se utilizó Cemento Portland IP debido a que es el más comercializado y el peso específico obtenido fue de un valor de 2.99gr/cm<sup>3</sup>, la diferencia más apreciable de los agregados de la cantera Río Guitarrane e isla es en cuanto al color de que son Amarillo e Gris. En el cuadro comparativo nos muestra los resultados de las propiedades de físicas de los agregados de ambas canteras.

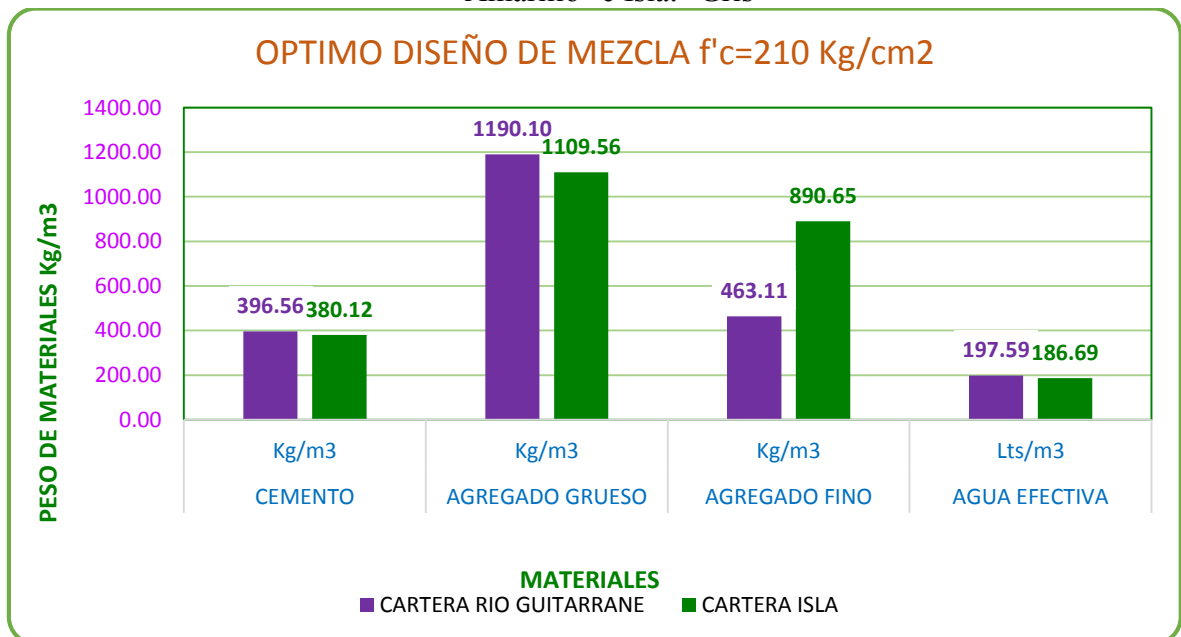
**6.4. TABLAS COMPARATIVOS DE RESULTADOS DE DISEÑO DE MEZCLA DE LOS AGREGADOS DE ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO.**

**TABLA 6.11.** Comparativo de diseño de Mezcla, Río Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris"

AGREGADOS DE CONCRETO	Und.	CARTERA RIO GUITARRANE	CARTERA ISLA	DIFERENCIA
CEMENTO	Kg/m <sup>3</sup>	396.56	380.12	16.44
AGREGADO GRUESO	Kg/m <sup>3</sup>	1190.096	1109.56	80.53
AGREGADO FINO	Kg/m <sup>3</sup>	463.11	890.65	-427.54
AGUA EFECTIVA	Lts/m <sup>3</sup>	197.59	186.69	10.91

FUENTE: Elaboración Propia

**FIGURA 6.5:** Comparativo de resultados de diseño de mezcla, Río Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris"





En la figura 6.5 se aprecia los pesos de las cantidades por m<sup>3</sup> de concreto elaborados con agregado Río Guitarrane e Isla, para los diseños de mezclas con las que se alcanzan las resistencias requeridas de acuerdo a las normativas de concreto.

El diseño de mezcla por el método de ACI para una resistencia Requerida de 210Kg/cm<sup>2</sup> la cual podemos apreciar en la figura el componente más importante del concreto que es el cemento se tiene diferencias obteniendo una cantidad de 396.56 Kg/m<sup>3</sup> para la cantera río Guitarrane y para la cantera Isla es de 380.12Kg/m<sup>3</sup>, teniendo una diferencia de +-16, para diseños de mezcla para ambas canteras. Pero que también puede apreciar diferencias en cuanto a las cantidades de agregados. El agregado Grueso requerido para la cantera río Guitarrane es de 1,190.10 Kg/m<sup>3</sup> y la de la cantera Isla es de 1,109.56 Kg/m<sup>3</sup>. Con una diferencia de +-80.53 Kg/m<sup>3</sup>. El agregado Fino para la cantera Río Guitarrane es de 463.11 Kg/m<sup>3</sup> y la de la cantera Isla es de 890.65 Kg/m<sup>3</sup>. Con una diferencia +-427.54 Kg/m<sup>3</sup>. Y en cuanto al agua requerida se tiene una diferencia de +-10.91 Lts/m<sup>3</sup> de concreto.

#### **6.5. TABLAS COMPARATIVOS DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS AGREGADOS DE ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO.**

La determinación de las propiedades mecánicas del concreto como es la resistencia a la compresión simple, se ensayó testigos cilíndricos estándares de 15 cm de diámetro por 30cm de altura, de acuerdo a una velocidad de carga rápida hasta la fractura de testigos.

Luego de alcanzar las edades de 7,14 y 28 días 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 15cm teniendo un adecuado ensayo a compresión.

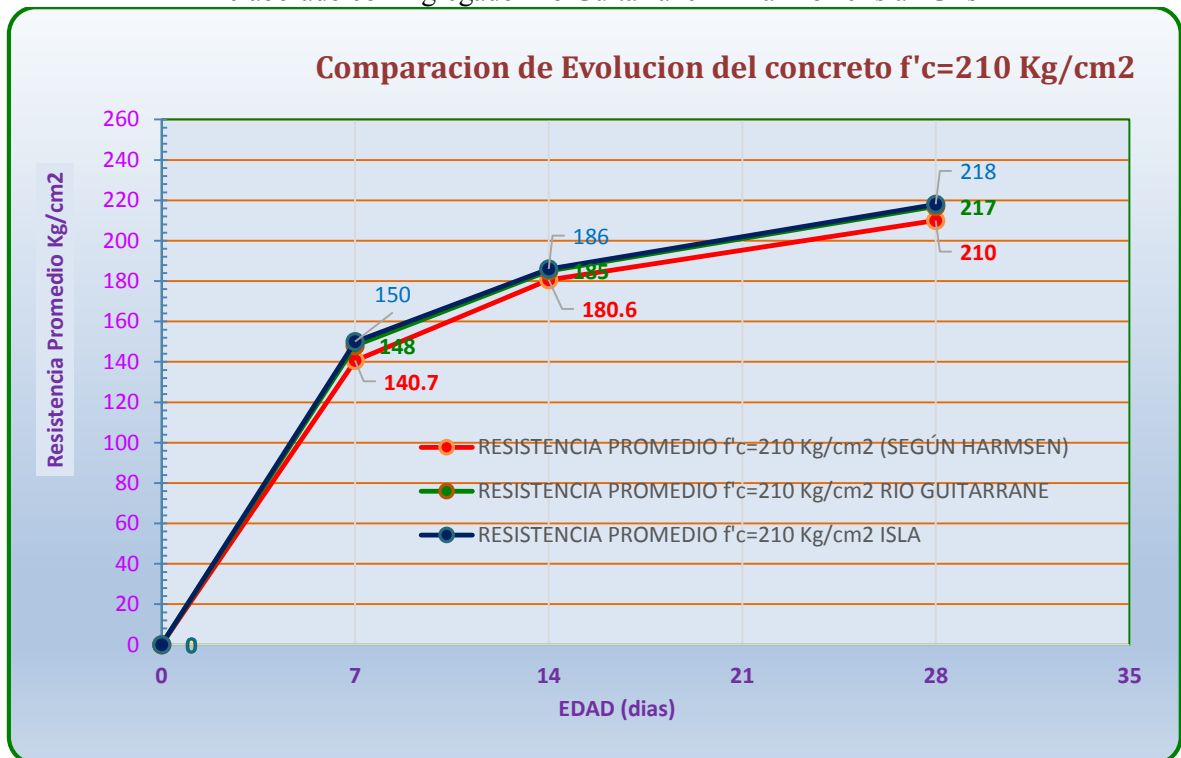
Los resultados obtenidos de los ensayos de compresión para la resistencia especificada de  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  para 7, 14 y 28 días se presentan los resultados de la cantera Rio Guitarrane y cantera Isla respecto a compresión simple.

**TABLA 6.12.** Comparativo de resultados de la Resistencia promedio y porcentual a la compresión del concreto, Rio Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris"

RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$					
	(SEGÚN HARMSSEN)	%	RIO GUITARRANE	%	ISLA	%
0	0	0	0	0	0	0
7	140.7	67	148	70.6	150	71.6
14	180.6	86	185	88.4	186	88.5
28	210	100	217	103.3	218	103.8

FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA 6.6:** Comparativo de resultado la Resistencia promedio a la compresión del concreto elaborado con Agregado Rio Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris"



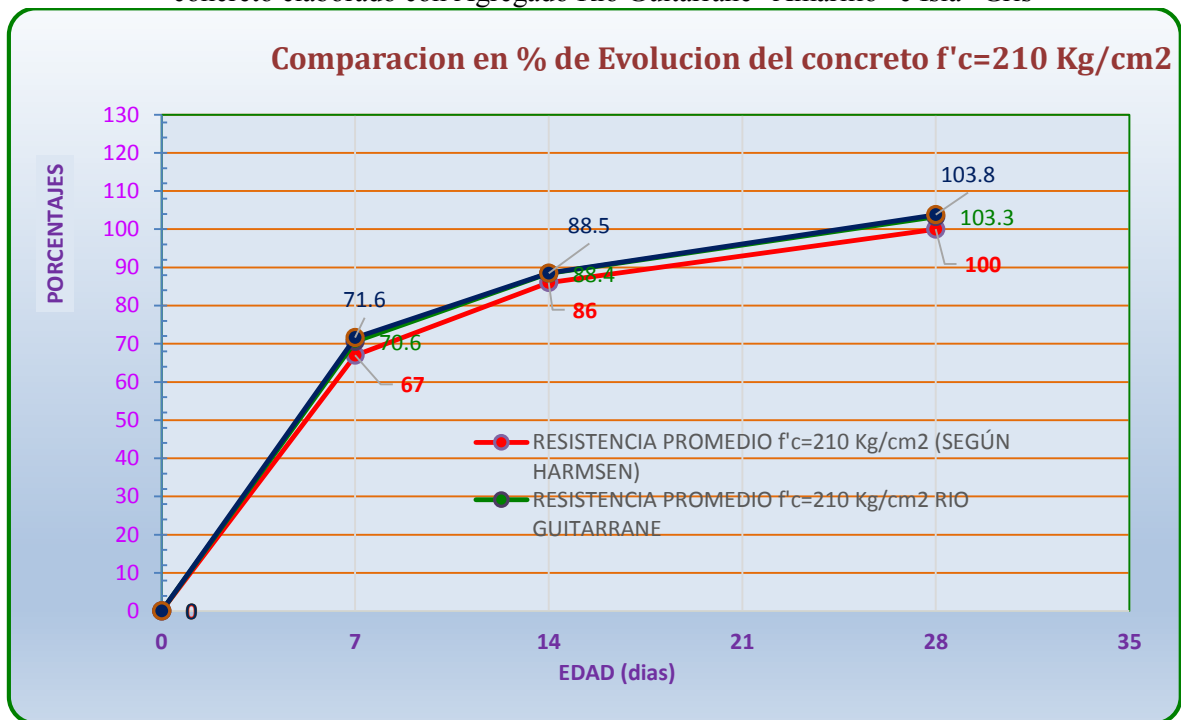
Analizando los Datos de la Figura 6.6.se aprecia en el ensayo de compresión simple a la edad de 7 días. Las resistencias promedio del concreto elaborado con agregado de río Guitarrane color Amarillo alcanza 148 Kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto elaborado con agregado de color Gris alcanza 150 Kg/cm<sup>2</sup> ambas superan las resistencias planteadas según varios autores que es en promedio de 140.7 Kg/cm<sup>2</sup>.

El ensayo de compresión simple a la edad de 14 días. Las resistencias promedio del concreto elaborado con agregado de río Guitarrane color Amarillo alcanza 185 Kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto elaborado con agregado de color Gris alcanza 186 Kg/cm<sup>2</sup> ambas superan las resistencias planteadas según varios autores que es en promedio de 180.6 Kg/cm<sup>2</sup>.

En el ensayo final de compresión simple a la edad de 28 días. Las resistencias promedio del concreto elaborado con agregado de río Guitarrane color Amarillo alcanza 217 Kg/cm<sup>2</sup> y la del concreto elaborado con agregado de color Gris alcanza 218 Kg/cm<sup>2</sup> ambas superan las resistencias planteadas según varios autores que son en promedio de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

Se puede concluir que el diseño de mezcla por el método de ACI para la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> tanto para concretos preparados con agregados de la cantera Río Guitarrane e Isla tiene un nivel de resistencia satisfactoria.

**FIGURA 6.7:** Comparativo de resultados la Resistencia porcentual a la compresión del concreto elaborado con Agregado Río Guitarrane "Amarillo" e Isla "Gris"



Analizando los Datos de la Figura 6.7.se aprecia en el ensayo de compresión simple a la edad de 7 días. El porcentaje de la resistencias promedio del concreto elaborado con agregado de rio Guitarrane color Amarillo alcanza 70.6% y la del concreto elaborado con agregado de color Gris alcanza 71.6 ambas superan las resistencias planteadas según varios autores que es el porcentaje promedio de 67%.

El ensayo de compresión simple a la edad de 14 días. El porcentaje de resistencias promedio del concreto elaborado con agregado de rio Guitarrane color Amarillo alcanza 88.4% y la del concreto elaborado con agregado de color Gris alcanza 88.5% ambas superan las resistencias planteadas según varios autores que es en promedio de 86%.

En el ensayo final de compresión simple a la edad de 28 días. El porcentaje de Las resistencias promedio del concreto elaborado con agregado de rio Guitarrane color Amarillo alcanza 103.3% y la del concreto elaborado con agregado de color Gris alcanza 103.8%. Ambas superan las resistencias planteadas según varios autores que son en promedio de 100%.

## **DISCUSIONES:**

El tamaño máximo nominal de la presente investigación de la cantera rio Guitarrane según el ensayo granulométrico (NTP 400.012), es de 1" el tamaño máximo nominal de la cantera Isla es de 1" debido a que en la presente investigación la muestra fue tomada manualmente y superficialmente sin hacer excavaciones. Pero que sin embargo los agregados cumplen con los estándares granulométricos de diseño de mezcla y la resistencia mínima de calidad del concreto.

El módulo de fineza del agregado fino de la cantera Rio Guitarrane e Isla es de 2.84 y 3.10 pero sin embargo la norma NTP 400.011 indica un rango es de 2.3 a 3.1 esta variación sería al debido al tamaño máximo nominal pero sin embargo la granulometría en ningún caso el agregado fino es retenida en un 45% del material entre dos tamices consecutivos se encuentra dentro de los límites propuestos de la norma NTP 400.012.

El peso unitario suelto del agregado fino de la cantera Rio Guitarrane es de 1.554 y de la cantera Isla es de 1.55 cumplen con la norma establecida NTP 400.017 que indica que el rango es de 1.4 a 1.60, pero el peso unitario compactado es 1.8 la cual no cumple con las normas establecidas que tienen un rango de 1.5 a 1.70.

Las resistencias a la compresión promedio del concreto alcanzado de la cantera Rio Guitarrane e Isla son: a los 7 días 70.6% y 71.6%, a los 14 días 88.4%, 88.5%, a los 28 días 103.3% y 103.8%. Las cuales superan las resistencias mínimas indicadas según: Vargas, Garzón, Coba & Arequipa (2012) mencionan que el porcentaje según la resistencia y el curado en días será de 65% a los 7 días, 80% a los 14 días y 100% a los 28 días, y (Harmsen, 1995) "En la que indica la relación entre la resistencia del concreto a una determinada edad su resistencia a los 7 días será 68% a los 14 días 80% y a los 28 días será 100%.

En ambos autores y otros no coinciden en las resistencias que deben alcanzar a ciertas edades pero sin embargo tienen una coincidencia en la resistencia que debe alcanzar a los 28 días que es el 100% de la resistencia requerida. En este caso de la investigación para un concreto de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia mínima debe ser el 100% que es 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

La procedencia del agregado de la cantera rio Guitarrane e Isla provienen de las fuentes naturales provenientes de la trituración de rocas canto rodado del cauce de los ríos en la que la investigación con las anteriores investigaciones coinciden.

El porcentaje de pérdida de abrasión de la presente investigación de la cantera rio Guitarrane e Isla es de 24% y 23.30% respectivamente pero según los estudios anteriores de la cantera isla es de 17.51 las cuales estarían cumpliendo con la norma NTP 400.019 que indica que deben ser menores a 50%.

Las proporciones en cuanto a la relación de agua cemento realizados con el diseño de mezcla por el método ACI es de 396 Kg/m<sup>3</sup> para la cantera Rio Guitarrane y para cantera Isla es de 380 Kg/m<sup>3</sup> de cemento por cada unidad de metro cubico de concreto esta variación se debe a varios factores de diseño de mezcla tal es el caso de factores de seguridad se podría decir que la cantera rio Guitarrane consume mayor cantidad de cemento con respecto a la cantera Isla.

## 6.6. PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS.

### 6.6.1. HIPOTESIS GENERAL.

**“Existen diferencias significativas entre el análisis comparativo de la calidad del concreto elaborados con agregados del Río Guitarrane e Isla, para obras de Construcción Puno 2018.”**

La calidad del concreto depende de varios factores sin embargo esta dado principalmente por la resistencia a la compresión y la trabajabilidad.

Para esta situación lo que se va a probar es: Si el Análisis comparativo tienen diferencias significativas del concreto elaborado con agregado de la cantera rio Guitarrane color Amarillo y la cantera Isla.

En cuanto a las características geométricas y morfológicas existen **diferencias significativas** en cuanto a la composición mineralógica (silicato-micas, silicatos-calcareos), forma y color de agregado (Amarillo-Gris) en cuanto a las propiedades físicas existen diferencias tanto en pesos unitarios, peso específico, contenido de humedad, porcentaje de absorción, módulo de fineza. Las cantidades del diseño de mezcla varían en las proporciones de los agregados gruesos y finos. Pero que estas propiedades están entre los límites establecidos en las normas para cumplir con los requisitos de la calidad de concreto.

En el factor más importante de la calidad del concreto como es la resistencia también existen diferencias pero que si están dentro de los límites mínimos exigidos por las normas de construcción por lo que se puede deducir que existen **diferencias significativas** en el análisis comparativo en la calidad del concreto elaborados con agregados de la cantera rio Guitarrane color Amarillo y cantera Isla color Gris.

## 6.6.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS.

### CONTRASTE 02:

**Existen diferencias significativas en las características óptimas del agregado del río Guitarrane e Isla, para calidad del concreto en obras de construcción.**

Mediante los ensayos realizados a los agregados de cada cantera es claramente apreciable que los resultados obtenidos aunque son cercanos entre ellos no son exactamente los mismos es decir que las características y propiedades físicas y mecánicas de agregado fino y agregado grueso difieren dependiendo de la cantera en donde hayan sido extraídos, por ende al momento de elaborar concreto la dosificación empleada para una resistencia determinada no será la misma. Para obtener un concreto de calidad. Por lo que se puede deducir que si existe diferencias significativas en las características de los agregados entre ambas canteras.

### CONTRASTE 03:

**Existe diferencias poco significativas en el diseño de mezcla óptima con agregado del Río Guitarrane e Isla, para calidad del concreto en obras de construcción.**

En los diseños de las mezcla para  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> la resistencia a la compresión de diseño de mezcla se puede deducir en cuanto a la cantidad del cemento es de 345.63 Kg/m<sup>3</sup> de cemento para ambas canteras pero que si se tiene una variación en cuanto al agregado grueso y fino y la cantidad de agua necesaria. Para un diseño de mezcla óptima de debe elaborar con las cantidades de los materiales establecidos en ambos diseños de mezclas de la presente investigación las cuales alcanzaran y superan las resistencias a la compresión mínimas requeridas. Se puede concluir que los diseños de mezclas de ambas canteras tienen **poco diferencias significativa**. Debido a que la cantidad de cemento para ambos diseños es la misma solo existiendo diferencia en cuanto a los agregados y cantidad de agua.



Para realizar esta comparación asumiremos independientemente para cada caso, asumiendo que las cantidades de los materiales son la más óptima para una calidad de concreto la cual es verificada con el ensayo de compresión simple superando la resistencia mínimas requeridas para un diseño de mezcla  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### **CONTRASTE 04:**

**Existe una similitud significativa en la Resistencia a la compresión del concreto elaborados con Agregados de Rio Guitarrane e Isla, para la calidad del concreto en obras de construcción.**

Se realizó una comparación de resultados de los ensayos para ver el Crecimiento de las resistencias por días.

En los cuadros comparativos de pueden observar que la resistencia a los 28 días tanto de la cantera Rio Guitarrane color "Amarillo" como de la cantera Isla Color "Gris" **no tienen una similitud significativa** ya que presentan una variación de  $\pm 0.5 \text{ Kg/cm}^2$ . Aproximadamente ya que la primera cantera Rio Guitarrane  $217 \text{ Kg/cm}^2$  con un 103.3% de la resistencia obtenida y la cantera Isla  $218 \text{ Kg/cm}^2$  con un 103.8% de resistencia promedio.

Por lo que se puede concluir que ambas canteras de agregados en cuanto a la resistencia tienen Diferencias significativas. Debido a que ambos presentan variaciones pero sin embargo las resistencias mínimas requeridas y planteadas por diversos autores que es el 100% de resistencia a los 28 días de edad. En la presente investigación la resistencia requerida es de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ . Ensayados mediante ensayo de compresión simple ambas superan las resistencias mínimas a los 28 días de edad y se concluye que la cantera rio Guitarrane de color Amarillo y cantera Isla. Proveen concretos de calidad.

## **CAPÍTULO VII:**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES.**

##### **CONCLUSION N°01.**

Se concluye que el concreto elaborado con el agregado de Rio Guitarrane color Amarillo cumple con las normativas específicas para las construcciones, al igual que el concreto elaborado con agregado de color Gris, Por lo que se podrá utilizar en obras de construcción civil. Las resistencias alcanzadas por ambos concretos a los 28 días son superiores a lo requerido a las normas.

El uso del agregado de color amarillo podrá ser utilizado con normalidad en las construcciones aledaños a rio Guitarrane, Principalmente en la provincia de Huancané y sus diferentes distritos, ya que no serán necesario transportar grandes cantidades de distancia además de eso se estará dando solución al desabastecimiento de agregados en las diferentes construcciones se podrá contar con la cantera disponible ya que dichas canteras cumplen con las normas para un concreto de calidad de resistencia satisfactoria.

La granulometría de agregado grueso y fino tanto para la cantera Rio Guitarrane e Isla respectivamente cumple con la norma NTP 400.12. Para proveer un concreto de calidad.

El concreto  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> elaborado con el agregado del rio Guitarrane color amarillo e Isla color Gris proveen concretos de calidad en cuanto a la resistencia y la trabajabilidad. Debido al módulo de fineza de agregado fino que es de 2.84 y 3.1 las cuales producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación y son las más favorables para concretos de alta resistencia.

Las características y propiedades físicas y mecánicas están dentro del rango de las especificaciones técnicas mínimas requeridas por las normas, teniendo variaciones en las proporciones de agregado grueso, fino, agua y en la cantidad del cemento de acuerdo al diseño de mezcla realizado por el método de ACI. Que es el componente más importante del concreto. Además se consideran agregados de peso normal por su procedencia de canto rodado.

Los diseños de mezcla realizados para la resistencia a la compresión simple de 210 kg/cm<sup>2</sup>: alcanzaron la máxima resistencia y adecuada a los 28 días para ambas canteras Rio Guitarrane e Isla llegando inclusive a más del 100%, debido a que los cementos adicionados como son el cemento Portland IP con adición de puzolana tienden a ganar su máxima resistencia a los 28 días.

### **CONCLUSION N°02.**

Se concluye que los agregados del Rio Guitarrane e Isla son de peso normal naturales, debido a que provienen de canto rodado de rio o cantera.

Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados provenientes de la cantera Rio Guitarrane e Isla cumplen con las normativas indicadas peso unitario, peso específico, módulo de fineza, con un tamaño máximo nominal de 1" para ambas canteras.

### **CONCLUSION N°03.**

Para un diseño de mezcla óptima  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> para la cantera Rio Guitarrane de agregado de color Amarillo por el método ACI la proporción es de; cemento un 15%, Agregado Grueso 67% agregado fino 33% que representa un representando un 76% y 9% de agua por volumen de unidad cubica de concreto.

Para un diseño de mezcla óptima  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> para la cantera Isla de agregado de color Gris por el método ACI la proporción es de; cemento un 15%, Agregado Grueso 65% agregado fino 35% que representa un representando un 77% y 8% de agua por volumen de unidad cubica de concreto.

#### **CONCLUSION N°04.**

Los agregados de color Amarillo (grueso, Fino) provenientes de la cuenca del Rio Suches y Rio Huancané específicamente del rio Guitarrane proveen concretos de calidad en cuanto a la resistencia a la compresión. Debido a que superan las resistencias requeridas a los 28 días en un 103.3% alcanzando una resistencia promedio de 217 Kg/cm<sup>2</sup>.

Los agregados de color Gris (grueso, fino) provenientes de la cuenca del rio Coata generalmente superan las resistencias mínimas requeridas.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que los agregados de la cantera Río Guitarrane color Amarillo e Isla color Gris sean evaluados distintamente tanto las propiedades físicas y mecánicas y las proporciones deberán ser de acuerdo al diseño de mezcla para cada cantera esto para obtener un concreto de calidad.

Se debe tener cuidado en hacer los ensayos físicos de los agregados, ya que los resultados obtenidos influenciarán en la cantidad de materiales que integran la unidad cúbica de concreto.

Se recomienda realizar este tipo de ensayos destinados a la obtención de las propiedades mecánicas de las muestras en estudio, en función a la necesidad de uso debido a que conforme continúa la explotación de estos en una determinada cantera; no toda la arena o toda la piedra van a tener siempre las mismas características, si similares pero no iguales.

Se recomienda que la toma del contenido de humedad de los agregados se deba ser tomar 24 horas antes de la fabricación de concreto, ya que este valor influirá mucho al realizar una adecuada corrección por humedad en el diseño de mezclas.

Se recomienda realizar un análisis de costos del concreto elaborados con agregados de color Amarillo y Gris según su procedencia y lugar de uso.

Se recomienda en las siguientes investigaciones realizar un estudio de cantera en específico de la cantera río Guitarrane y en los alrededores de la cuenca del río Suches y río Huancané.

Considerar evaluaciones de testigos a más de 28 días (60 y/o 90 días por ejemplo), a fin de tener un respaldo para confirmar dudas o variaciones sobre resultados a edades posteriores de los controles habituales.

Para mejorar el nivel de confianza y reducir el porcentaje de error en la estimación de la Resistencia a Compresión, se sugiere considerar un tamaño de muestra mayor en el análisis de datos, como mínimo evaluar 75 resultados (considerando que un resultado es el promedio del ensayo de dos o tres probetas según el tamaño de probeta empleado), con ello se podrá hacer una análisis estadístico representativo y obtener resultados más consistentes.

En base a trabajo práctico continuo, que complemente y confirme los resultados obtenidos, este estudio puede ser tomado como un documento técnico de referencia para que lo apliquen empresas e instituciones relacionadas con el ámbito de la construcción con concreto.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Abanto Castillo, F. (1994). Tecnología del concreto. Lima-Perú: San Marcos.

Águila P.G. (2014). YURA S.A. Class & Asociados S.A.

Cachay Huamán, R. (2010). Diseño de mezclas método agregado Global. Lima – Perú.

Díaz Farfán, J. (2000). Tecnología del Concreto. Cusco-Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

E.060. (2006). NTP. E.060 Concreto Armado. Lima-Perú: Diario El Peruano.

Harmsen, T. E. (1995). Supervisión de Obras de Concreto. Lima-Perú: ACI-Perú.

Hernández R., Fernández C., & Baptista P. (2010). Metodología de la investigación. Metodología de La Investigación (Cuarta ed.). México. ISBN 970-10-5753-8.

INDECOPI. (1999). NTP. 339.034. Lima: El Peruano.

INDECOPI. (2001). NTP. 300.079. Lima: El Peruano.

INDECOPI. (2001). NTP. 400.012. Lima: El Peruano.

INDECOPI. (2002). NTP. 300.078. Lima: El Peruano.

Molina, Mario. (2010). Estudio de la calidad de los Agregados y su Influencia en la resistencia. Ambato-Ecuador.

MTC. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Lima: El Peruano.

Murray S. (1975). Teoría y problemas de probabilidad y estadística. (Primera Ed.) México: McGraw Hill.

Ottazzi Pasino, G. (2004). Material de Apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del Concreto Armado. Pontificia Universidad Católica Del Perú.

Pasquel Carbajal, E. (1993). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú (Libro 17). Lima – Perú.

Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópicos de Tecnología de Concreto. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional.

Pasquel Carvajal, E. (2000). Tecnología del concreto. Control de calidad del concreto. CAPÍTULO peruano ACI. Lima -Perú.

Quevedo Haro, E. C. (2013). Granulometría de agregados (grueso y fino). Manual de tecnología de materiales, Universidad Nacional del Santa, E. AP, Ingeniería civil, Chimbote - Perú.

Riva López E. (1992). Tecnología del Concreto. Diseño de Mezclas. De Hozlo, Lima- Perú.

Rivva López, E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima-Peru: ACI Capítulo Peruano.

Rivva López, E. (2002). Concretos de Alta Resistencia (Primera Ed). Perú: Fondo Editorial ICG.

Rivva López, E. (2007). Diseño de Mezclas (Segunda Edición ed., Vol. Segunda Edición). Lima.

Rivva López, E. (2010). Materiales para el Concreto (2da Edición ed.). Lima: ICG.

Sánchez Muñoz, F. L. (2015). Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad privada Antenor Orrego, Trujillo.

Torre Carrillo, Ana. (2004). Curso básico de tecnología de concreto. (Editorial UNI).

Tufino Santiago, D. R. (2009). Variación de resistencias vs. Edades y relación a/c con cemento portland tipo I (sol). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma, LIMA.

YURA, C. (2014). Manual Digital - Cemento Portland Tipo IP. Arequipa.



# **ANEXO 01**

## **DISEÑO DE MEZCLA Y RESISTENCIA DEL CONCRETO CANTERA RIO GUITARRANE**

# GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018

**CANTERA** : RIO GUITARRANE

**TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABOR.

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO

**TESISTA** : BACH. ELMER OJEDA

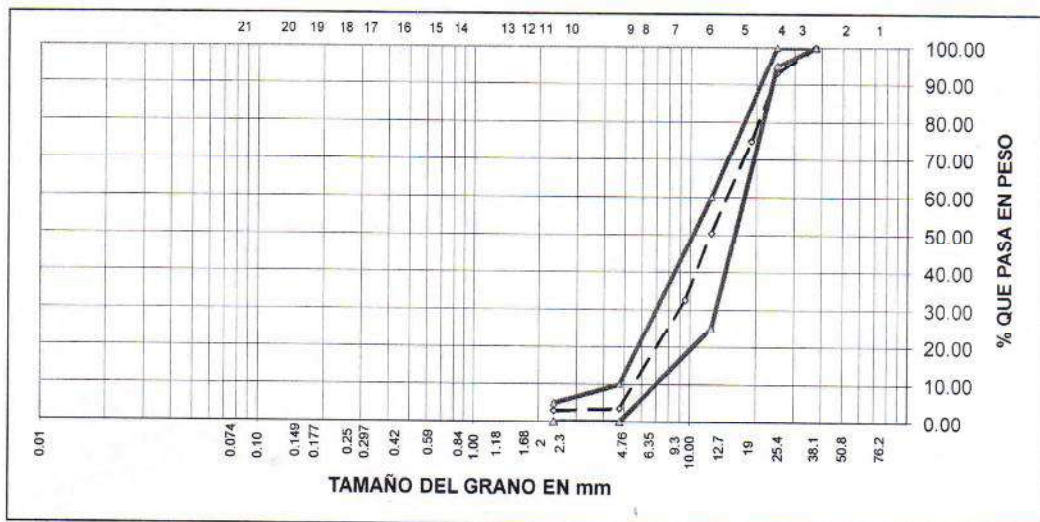
**UBICACIÓN** : LOCALIDAD DE HUANCANE

**FECHA** : 08/05/2018

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 4591 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500				100.00	100.00	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	324.00	7.06	7.06	92.94	95 - 100	Módulo de fineza : 7.859
3/4"	19.000	824.00	17.95	25.01	74.99	25 - 60	Peso específico : 2.401 g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.500	1,126.00	24.53	49.54	50.46		Peso Unit. Suelto : 1.696 tn/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500	824.00	17.95	67.49	32.51		Peso Unit. Varillado : 1.792 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300						
No.04	4.750	1,327.00	28.90	96.39	3.61	0 - 10	Humedad Natural : 3.260 %
No.08	2.360	29.00	0.63	97.02	2.98	0 - 5	Absorción : 3.467 %
No.16	1.180	18.00	0.39	97.41	2.59		
No.30	0.600	16.00	0.35	97.76	2.24		
No.50	0.300	16.00	0.35	98.11	1.89		
No.100	0.150	17.00	0.37	98.48	1.52		
No.200	0.075	15.00	0.33	98.81	1.19		
<No.200		55.00	1.19	100.00			
TOTAL		4,591.00	100.00	785.9			

### REPRESENTACION GRÁFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732





# GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

**PROYECTO :** ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018

**CANTERA :** RIO GUITARRANE

**TECN. RESPN :** PERSONAL LABOR.

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO Y FINO

**ING. RESPN. :** BACH. ELMER OJEDA

**UBICACIÓN :** LOCALIDAD DE HUANCANE

**FECHA :** 08/05/2018

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

(ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	1,236.4	1,282.5	1,462.8
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	721.5	745.2	857.4
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	514.9	537.3	605.4
D. Peso material seco	g	1,195.0	1,241.0	1,412.0
E. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	473.5	495.8	554.6
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.321	2.31	2.332
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.401	2.387	2.416
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.524	2.503	2.546
I. Absorción	%	3.46	3.34	3.60

AGREGADO FINO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	600.0	600.0	600.0
B. Peso frasco + H <sub>2</sub> O	g	1406.0	1405.0	1406.0
C. Peso frasco + H <sub>2</sub> O + (A)	g	2006.0	2005.0	2006.0
D. Peso material + H <sub>2</sub> O en el frasco	g	1756	1757	1756
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	250.0	248.0	250.0
F. Peso material seco	g	577.0	578.0	578.0
G. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	227.0	226.0	228.0
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.308	2.331	2.312
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.4	2.419	2.4
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.542	2.558	2.535
K. Absorción	%	3.99	3.81	3.81

Observación:

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

# GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

**PROYECTO :** ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018

**CANTERA :** RIO GUITARRANE

**TECN. RESP.** PERSONAL LABOR.

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO Y FINO

**ING. RESP.** BACH. ELMER OJEDA

**UBICACIÓN :** LOCALIDAD DE HUANCANE

**FECHA** 08/05/2018

## PESOS UNITARIOS

(ASTM C-128)

<b>AGREGADO GRUESO</b>				
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,974.0	9,975.0	9,981.0
B. Peso del molde	g	6453.0	6453.0	6453.0
C. Peso del material	g	3521.0	3522.0	3528.0
D. Volumen del molde	cm3	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm3	1.695	1.695	1.698
F. Promedio	g/cm3	1.696		
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	10,163.0	10,187.0	10,176.0
B. Peso del molde	g	6453.0	6453.0	6453.0
C. Peso del material	g	3710.0	3734.0	3723.0
D. Volumen del molde	cm3	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm3	1.786	1.798	1.792
F. Promedio	g/cm3	1.792		

<b>AGREGADO FINO</b>				
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,734.0	9,746.0	9,751.0
B. Peso del molde	g	6453.0	6453.0	6453.0
C. Peso del material	g	3281.0	3293.0	3298.0
D. Volumen del molde	cm3	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm3	1.579	1.585	1.588
F. Promedio	g/cm3	1.584		
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	10,267.0	10,278.0	10,259.0
B. Peso del molde	g	6453.0	6453.0	6453.0
C. Peso del material	g	3814.0	3825.0	3806.0
D. Volumen del molde	cm3	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm3	1.836	1.841	1.832
F. Promedio	g/cm3	1.837		

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Civil, Automa y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. GIP. 81792



# GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018  
**CANTERA** : RIO GUITARRANE **TECN. RESP..** : PERSONAL LABOR.  
**MUESTRA** : CONCRETO **ING. RESP.** : BACH. ELMER OJEDA  
**UBICACIÓN** : LOCALIDAD DE HUANCANE **FECHA** : 08/05/2018

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

### CARACTERISTICAS DEL CEMENTO:

#### CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso Especifico : 2.90 Tn/m<sup>3</sup>  
Peso de Material Suelto : 1.50 Tn/m<sup>3</sup>

### CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.837	1.792
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.584	1.696
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.406	2.401
Contenido de Humedad	%	3.41%	3.26%
Porcentaje de Absorción	%	3.870%	3.467%
Módulo de Fineza		2.8449	7.8591
Tamaño Máximo	pulg.	--	1"

### DATOS DE DISEÑO

Clima	:	Frio		
Slump	:	3" a 4"		
Agua /m <sup>3</sup>	:	175.00		
Contenido de Aire	:	1%		
Relación agua – cemento teóric	:	0.684		
Factor de Seguridad	:	1.55		
Relación agua – cemento	:	0.441		
Factor de Cemento	:	396.56	Kg/m <sup>3</sup>	9.33 Bls/M <sup>3</sup>
% Agregado Grueso	:	60%		
% Agregado Fino	:	40%		

### 1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento	:	396.56	/	2.90	=	0.1367
Agua	:	175.00	/	1000	=	0.1750
Aire	:	2	/	100	=	0.0200
Agregado Grueso	:	60%	x	0.6683	=	0.4010
Agregado Fino	:	40%	x	0.6683	=	0.2673
						<u>1.0000</u>

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	396.6	kg/m3
Agregado Grueso	0.4010	x	2.401	=	962.9	kg/m3
Agregado Fino	0.2673	x	2.41	=	643.2	kg/m3
Agua Diseño				=	175.0	Lts/m3
					<u>2177.7</u>	Kg/m3

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Agregado Grueso	1.83-3.14/100	x	962.9	=	-1.99	Lts.	
Agregado Fino	4.82-4.41/100	x	643.2	=	-2.959	Lts.	
Agua Efectiva	175.0	+	-2.96	-1.99	=	179.95	Lts.

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	396.60	kg/m3
Agregado Grueso	962.9	+	-1.99	=	960.91	kg/m3
Agregado Fino	643.2	+	-2.96	=	640.24	kg/m3
Agua				=	179.95	Lts/m3
					<u>2177.70</u>	Kg/m3

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	:	396.60	/	396.60	=	1
Agregado Grueso	:	960.91	/	396.60	=	2.423
Agregado Fino	:	640.24	/	396.60	=	1.614
Agua	:	179.95	/	396.60	=	0.454

6. PESO DE MATERIALES POR SACO:

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	2.423	x	42.5	=	102.98	kg/saco
Agregado Fino	:	1.614	x	42.5	=	68.60	kg/saco
Agua	:	0.454	x	42.5	=	19.30	Lts/saco

7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento	:	396.6	/	1.5000	=	0.2644
Agregado Grueso	:	960.9	/	1.6963	=	0.5665
Agregado Fino	:	640.2	/	1.5841	=	0.4042
Agua efectiva	:	179.9	/	1.000	=	0.1799

8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.2644	/	0.2644	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	0.5665	/	0.2644	=	2.14	pie3
Agregado Fino	:	0.4042	/	0.2644	=	1.53	pie3
Agua efectiva	:	179.95	/	9.3318	=	19.30	Lt

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua
Proporción	1.00	2.14	1.53	19.30

# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018  
COMPONENTE : RIO GUITARRANE TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO  
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO TESISTA : BACH. ELMER OJEDA  
SOLICITANTE : TESISTA DE PREGRADO

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	17/05/18	7	176.7	26350	149	71.0%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	17/05/18	7	176.7	25840	146	69.6%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	17/05/18	7	176.7	26570	150	71.6%
4	*****								
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

### OBSERVACIONES:

RESISTENCIA A LOS 07 DIAS: Minimo 68%  
RESISTENCIA A LOS 14 DIAS: Minimo 86%  
RESISTENCIA A LOS 28 DIAS: Minimo 100%

GEOTECNIA PUNO EIRL  
Ingeniería de Pavimentos, Geotécnica Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018  
COMPONENTE : RIO GUITARRANE TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO  
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO TESISTA : BACH. ELMER OJEDA  
SOLICITANTE : TESISTA DE PREGRADO

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	24/05/18	14	176.7	32160	182	86.7%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	24/05/18	14	176.7	33450	189	90.1%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	24/05/18	14	176.7	32920	186	88.7%
4	*****								
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

### OBSERVACIONES:

RESISTENCIA A LOS 07 DIAS: Minimo 68%  
RESISTENCIA A LOS 14 DIAS: Minimo 86%  
RESISTENCIA A LOS 28 DIAS: Minimo 100%

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoria y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018  
COMPONENTE : RIO GUITARRANE TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO  
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO TESISTA : BACH. ELMER OJEDA  
SOLICITANTE : TESISTA DE PREGRADO

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	7/06/18	28	176.7	37850	214	102.0%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	7/06/18	28	176.7	38770	219	104.5%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	10/05/18	7/06/18	28	176.7	38520	218	103.8%
4	*****								
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

### OBSERVACIONES:

RESISTENCIA A LOS 07 DIAS: Minimo 68%  
RESISTENCIA A LOS 14 DIAS: Minimo 86%  
RESISTENCIA A LOS 28 DIAS: Minimo 100%

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoria y Construcción

ALFREDO ALARCON VATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

# **ANEXO 02**

## **DISEÑO DE MEZCLA Y RESISTENCIA DEL CONCRETO CANTERA ISLA**



# GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018  
**CANTERA** : ISLA **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABOR.  
**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO **TESISTA** : BACH. ELMER OJEDA  
**UBICACIÓN** : JULIACA **FECHA** : 15/05/2018

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 1957 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500				100.00	100.00	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	135.00	6.90	6.90	100.00	95 - 100	
3/4"	19.000	284.00	14.51	21.41	78.59		Módulo de fineza : 7.728
1/2"	12.500	465.00	23.76	45.17	54.83	25 - 60	Peso específico : 3.136 g/cm3
3/8"	9.500	298.00	15.23	60.40	39.60		Peso Unit. Suelto : 1.595 tn/m3
1/4"	6.300						Peso Unit. Varillado : 1.708 tn/m3
No.04	4.750	669.00	34.18	94.58	5.42	0 - 10	Humedad Natural : 2.150 %
No.08	2.360	36.00	1.84	96.42	3.58	0 - 5	Absorción : 2.120 %
No.16	1.180	18.00	0.92	97.34	2.66		
No.30	0.600	11.00	0.56	97.90	2.10		
No.50	0.300	5.00	0.26	98.16	1.84		
No.100	0.150	6.00	0.31	98.47	1.53		
No.200	0.075	4.00	0.20	98.67	1.33		
<No.200		26.00	1.33	100.00			
TOTAL		1,957.00	100.00	772.8			

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHIL**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

# GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018

**CANTERA** : ISLA  
**MUESTRA** : AGREGADO FINO ZARANDEADO  
**UBICACIÓN** : JULIACA

**TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABOR.  
**TESISTA** : BACH. ELMER OJEDA  
**FECHA** : 15/05/2018

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 1125 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Módulo de fineza : 3.110
1/2"	12.500						Peso específico : 2.879 g/cm <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Suelto : 1.554 tn/m <sup>3</sup>
1/4"	6.300						Peso Unit. Varillado : 1.681 tn/m <sup>3</sup>
No.04	4.750	43.00	3.82	3.82	96.18	95 - 100	Humedad Natural : 3.450 %
No.08	2.360	251.00	22.31	26.13	73.87		Absorción : 2.840 %
No.16	1.180	183.00	16.27	42.40	57.60	45 - 80	
No.30	0.600	196.00	17.42	59.82	40.18	25 - 60	
No.50	0.300	264.00	23.47	83.29	16.71	10 - 30	
No.100	0.150	138.00	12.27	95.56	4.44	2 - 10	
No.200	0.075	36.00	3.20	98.76	1.24	0 - 3	
<No.200		14.00	1.24	100.00			
TOTAL		1,125.00	100.00	311.0			

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018

CANTERA : ISLA

TECN. RESPN : PERSONAL LABOR.

MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO

TESISTA : BACH. ELMER OJEDA

UBICACIÓN : JULIACA

FECHA : 15/05/2018

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	1,324.0	1,435.0	1,354.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	902.4	976.5	922.6
C. Volúmen de masa + volúmen de vacios	cm <sup>3</sup>	421.6	458.5	431.4
D. Peso material seco	g	1,294.0	1,406.0	1,325.0
E. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	391.6	429.5	402.4
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	3.069	3.067	3.071
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	3.14	3.13	3.139
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	3.304	3.274	3.293
I. Absorción	%	2.32	2.06	2.19

AGREGADO FINO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	500.0	500.0	500.0
B. Peso frasco + H <sub>2</sub> O	g	1408.0	1409.0	1410.0
C. Peso frasco + H <sub>2</sub> O + (A)	g	1908.0	1909.0	1910.0
D. Peso material + H <sub>2</sub> O en el frasco	g	1735	1736	1735
E. Volúmen de masa + volúmen de vacios	cm <sup>3</sup>	173.0	173.0	175.0
F. Peso material seco	g	487.3	486.6	486.8
G. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	160.3	159.6	161.8
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.817	2.813	2.782
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.89	2.89	2.857
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	3.04	3.049	3.009
K. Absorción	%	2.61	2.75	2.71

Observación:

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Estructuras, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 51732

# GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018

CANtera : ISLA

TECN. RESP. PERSONAL LABOR.

MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO

TESISTA : BACH. ELMER OJEDA

UBICACIÓN : JULIACA

FECHA 15/05/2018

## PESOS UNITARIOS

(ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO			
PESO UNITARIO SUELTO			
Número de muestras	1	2	3
A. Peso de material + molde	g 9,241.0	9,438.0	9,228.0
B. Peso del molde	g 5990.0	5990.0	5990.0
C. Peso del material	g 3251.0	3448.0	3238.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup> 2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup> 1.565	1.660	1.559
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.595	

PESO UNITARIO VARILLADO			
Número de muestras	1	2	3
A. Peso de material + molde	g 9,534.0	9,540.0	9,538.0
B. Peso del molde	g 5990.0	5990.0	5990.0
C. Peso del material	g 3544.0	3550.0	3548.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup> 2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup> 1.706	1.709	1.708
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.708	

AGREGADO FINO			
PESO UNITARIO SUELTO			
Número de muestras	1	2	3
A. Peso de material + molde	g 9,211.0	9,227.0	9,215.0
B. Peso del molde	g 5990.0	5990.0	5990.0
C. Peso del material	g 3221.0	3237.0	3225.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup> 2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup> 1.551	1.558	1.552
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.554	

PESO UNITARIO VARILLADO			
Número de muestras	1	2	3
A. Peso de material + molde	g 9,487.0	9,478.0	9,483.0
B. Peso del molde	g 5990.0	5990.0	5990.0
C. Peso del material	g 3497.0	3488.0	3493.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup> 2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup> 1.683	1.679	1.682
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.681	

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoria y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018

CANTERA : ISLA

TECN. RESP. : PERSONAL LABOR.

MUESTRA : CONCRETO

TESISTA : BACH. ELMER OJEDA

UBICACIÓN : JULIACA

FECHA : 15/05/2018

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

### CARACTERISTICAS DEL CEMENTO:

#### CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso Especifico : 2.90 Tn/m<sup>3</sup>

Peso de Material Suelto : 1.50 Tn/m<sup>3</sup>

### CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.681	1.708
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.554	1.595
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.879	3.136
Contenido de Humedad	%	3.45%	2.15%
Porcentaje de Absorción	%	2.690%	2.190%
Módulo de Fineza		3.1102	7.7281
Tamaño Máximo	pulg.	--	1"

### DATOS DE DISEÑO

Clima	:	Frio
Slump	:	3" a 4"
Agua /m <sup>3</sup>	:	200.00
Contenido de Aire	:	2%
Relación agua - cemento teórico	:	0.684
Factor de Seguridad	:	1.3
Relación agua - cemento	:	0.526

Factor de Cemento : 380.12 Kg/m<sup>3</sup> 8.94 Bls/M<sup>3</sup>

% Agregado Grueso : 60%

% Agregado Fino : 40%

### 1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO:

Cemento	:	380.12	/	2.90	=	0.1311
Agua	:	200.00	/	1000	=	0.2000
Aire	:	2	/	100	=	0.0200
Agregado Grueso	:	60%	x	0.6489	=	0.3893
Agregado Fino	:	40%	x	0.6489	=	0.2596
						<u>1.0000</u>

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Educativa, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



**2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:**

Cemento				=	380.1	kg/m3
Agregado Grueso	0.3893	x	3.136	=	1221.0	kg/m3
Agregado Fino	0.2596	x	2.88	=	747.4	kg/m3
Agua Diseño				=	200.0	Lts/m3
					<u>2548.5</u>	Kg/m3

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	1.83-3.14/100		x	1221.0	=	-0.488	Lts.
Agregado Fino	4.82-4.41/100		x	747.4	=	5.68	Lts.
Agua Efectiva	200.0	+	5.68	-0.49	=	194.81	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:**

Cemento				=	380.10	kg/m3
Agregado Grueso	1221.0	+	-0.49	=	1220.51	kg/m3
Agregado Fino	747.4	+	5.68	=	753.08	kg/m3
Agua				=	194.81	Lts/m3
					<u>2548.50</u>	Kg/m3

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:**

Cemento	:	380.10	/	380.10	=	1
Agregado Grueso	:	1220.51	/	380.10	=	3.211
Agregado Fino	:	753.08	/	380.10	=	1.981
Agua	:	194.81	/	380.10	=	0.513

**6. PESO DE MATERIALES POR SACO:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	3.211	x	42.5	=	136.47	kg/saco
Agregado Fino	:	1.981	x	42.5	=	84.19	kg/saco
Agua	:	0.513	x	42.5	=	21.80	Lts/saco

**7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:**

Cemento	:	380.1	/	1.5000	=	0.2534
Agregado Grueso	:	1,220.5	/	1.5945	=	0.7654
Agregado Fino	:	753.1	/	1.5538	=	0.4847
Agua efectiva	:	194.8	/	1,000	=	0.1948

**8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:**

Cemento	:	0.2534	/	0.2534	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	0.7654	/	0.2534	=	3.02	pie3
Agregado Fino	:	0.4847	/	0.2534	=	1.91	pie3
Agua efectiva	:	194.81	/	8.9435	=	21.80	Lt

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua
Proporción	1.00	3.02	1.91	21.80

**GEOTECNIA PURO EIRL.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Cartografía y Construcción  
  
**ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. EIR 81732

# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS  
DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018  
CANTERA : ISLA TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO  
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO TESISTA : BACH. ELMER OJEDA  
SOLICITANTE : TESISTA DE PREGRADO

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	28/05/18	7	176.7	26840	152	72.3%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	28/05/18	7	176.7	26030	147	70.1%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	28/05/18	7	176.7	26790	152	72.2%
4	*****								
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

### OBSERVACIONES:

RESISTENCIA A LOS 07 DIAS: Minimo 68%  
RESISTENCIA A LOS 14 DIAS: Minimo 86%  
RESISTENCIA A LOS 28 DIAS: Minimo 100%

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018  
CANTERA : ISLA TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO  
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO TESISTA : BACH. ELMER OJEDA  
SOLICITANTE : TESISTA DE PREGRADO

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	4/06/18	14	176.7	32480	184	87.5%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	4/06/18	14	176.7	33180	188	89.4%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	4/06/18	14	176.7	32840	186	88.5%
4	*****								
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

### OBSERVACIONES:

RESISTENCIA A LOS 07 DIAS: Minimo 68%  
RESISTENCIA A LOS 14 DIAS: Minimo 86%  
RESISTENCIA A LOS 28 DIAS: Minimo 100%

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.P. 81732



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DEL RIO GUITARRANE E ISLA PARA OBRAS DE CONSTRUCCION PUNO 2018  
CANTERA : ISLA TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO  
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO TESISTA : BACH. ELMER OJEDA  
SOLICITANTE : TESISTA DE PREGRADO

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	18/06/18	28	176.7	37980	215	102.4%
2	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	18/06/18	28	176.7	38820	220	104.6%
3	DISEÑO DE CONCRETO	210	21/05/18	18/06/18	28	176.7	38790	220	104.5%
4	*****								
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

### OBSERVACIONES:

RESISTENCIA A LOS 07 DIAS: Minimo 68%  
RESISTENCIA A LOS 14 DIAS: Minimo 86%  
RESISTENCIA A LOS 28 DIAS: Minimo 100%

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81732

# **ANEXO 03**

## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

DEFINICION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA				
<b>Problema General</b> ¿Cuál son las diferencias del análisis comparativo de la calidad del concreto elaborados con agregados del rio Guitarrane e Isla, para obras de construcción puno 2018?	<b>Objetivo General</b> Determinar las diferencias del Análisis comparativo de la calidad del concreto elaborados con agregados del rio Guitarrane e Isla, para obras de construcción Puno 2018.	<b>Hipotesis General</b> Existen diferencias significativas entre el análisis comparativo de la calidad del concreto elaborado con agregados del Rio Guitarrane e Isla, para obras de Construcción Puno 2018.	(VARIABLE INDEPENDIENTE) AGREGADOS	Agregado del Rio Guitarrane "Amarillo"	Características y Propiedades del Agregado	<b>CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y MORFOLOGICAS:</b> Composicion Mineralogía Tamaño Peso Forma Textura <b>PROPIEDADES FISICAS</b> Granulometria Modulo de Fineza Contenido de Humedas Porcentaje de absorcion Peso Especifico Peso Unitario Tamaño Maximo Nominal	<b>TIPO:</b> Cuantitativo Fundamental Comparativo  <b>NIVEL:</b> Descriptivo  <b>DISEÑO:</b> No Experimental Transversal Descriptivo Comparativo				
<b>Problema Especificas</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Especifica</b>				diseño de Mezcla	210 Kg/cm2	Resistencia a la Compresion del Concreto	7 Dias 14 Dias 28 Dias	<b>METODO:</b> Inductivo Deductivo	
a). ¿Cuáles son las características del agregado rio Guitarrane e Isla para la calidad de concreto en obras de construcción?	a). Identificar las características de los agregado del rio Guitarrane e Isla, para calidad del concreto para obras de construcción.	A)- Existen diferencias significativas en las características optimas del agregado del rio Guitarrane e Isla, para calidad del concreto en obras de construcción.									
b) ¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto optima elaborados con Agregados del rio Guitarrane e Isla, para la calidad de concreto en obras de construcción?	b). Establecer el diseño de Mezcla de concreto elaborado con agregado del Rio Guitarrane e Isla, para la calidad del concreto para obras de construcción..	B)- Existe diferencias poco significativas en el diseño de mezcla optima con agregado del Rio Guitarrane e Isla, para calidad del concreto en obras de construcción.				Agregado de la cantera Isla "Gris"	Características y Propiedades del Agregado	<b>CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y MORFOLOGICAS:</b> Composicion Mineralogía Tamaño Peso Forma Textura <b>PROPIEDADES FISICAS</b> Granulometria Modulo de Fineza Contenido de Humedas Porcentaje de absorcion Peso Especifico Peso Unitario Tamaño Maximo Nominal	<b>POBLACION:</b> Cantera Rio Guitarrane Cantera Isla  <b>MUESTRA:</b> 10 Testigos Cantera 10 Testigos Cantera Isla  <b>TECNICAS:</b> Ensayos en Laboratorio  <b>INSTRUMENTO:</b> Validaciones Certificaciones		
c). ¿Cuál es la resistencia del concreto elaborados con agregado del rio Guitarrane e Isla, para la calidad de concreto en obras de construcción?	c). Analizar la resistencia del concreto elaborados con agregado del rio Guitarrane e Isla, para la calidad del concreto en obras de construcción.	C) Existe una similitud significativa en la Resistencia a la compresión del concreto elaborados con Agregados de Rio Guitarrane e Isla, para ca calidad del concreto en obras de construcción.						diseño de Mezcla	210 Kg/cm2	7 Dias 14 Dias 28 Dias	<b>PROCEDIMIENTO:</b> Tablas y Graficos Tablas de Contingencia
								Resistencia a la Compresion del Concreto			