



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



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LOS  
AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y  
SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE  
CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO-2017”**

**TESIS**

PRESENTADA POR:

**FLORENTINO SALOMÓN, LIPA MAMANI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

PUNO – PERÚ

2019



## DEDICATORIA

A Dios nuestro Señor Jesucristo por su infinita bondad. El quien me dirige a mejor camino de mi vida, me da la salud y sabiduría para alcanzar todas mis metas.

A mi Familia, a mis forjadores a todo los que me ayudaron a forjar este camino, en especial a mis Hermanas y hermano y mi madre Justina Mamani Álvarez. Por su apoyo incondicional y desinteresado.

*Salomón Lipa Mamani.*



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a nuestro divino Dios, por darnos la vida, salud, Tiempo, fuerza, voluntad y la oportunidad que se nos concede para realizar el presente trabajo de Investigación.

Agradezco a mi familia por preocuparse de mi bienestar, que siempre nos brinda el apoyo y alegría, la fortaleza necesaria para seguir adelante.

A la Universidad Nacional del Altiplano, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme dado la oportunidad de escalar un peldaño más, en el campo del conocimiento.

Al laboratorio de Construcciones de la facultad de Ingeniería Civil, a los docentes y compañeros de la Facultad.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
LISTA DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN .....	15
ABSTRACT .....	16

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema .....	17
1.1.1 Problema general.....	18
1.1.2 Problema específico .....	18
1.2 Antecedentes .....	18
1.2.1 A nivel nacional.....	18
1.2.2 A nivel internacional.....	21
1.3 Justificación.....	21
1.4 Objetivos.....	22
1.4.1 Objetivo general .....	22
1.4.2 Objetivos específicos .....	22
1.5 Hipótesis de trabajo.....	23
1.5.1 Hipótesis general .....	23
1.5.2 Hipótesis Específica .....	23
1.6 Variables de investigación.....	23
1.6.1 Variable independiente .....	23
1.6.2 Variables dependientes .....	24
1.7 Viabilidad económica .....	24
1.7.1 Viabilidad técnica.....	25
1.7.2 Viabilidad operativa.....	25



## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

2.1 Generalidades .....	25
2.1.1 Cantera .....	25
2.1.2 Agregados .....	31
2.2 Propiedades físicas y químicas de los agregados .....	47
2.2.1 Propiedades físicas de los agregados .....	47
2.2.2 Propiedades químicas.....	51
2.2.3 Cemento .....	59
2.2.4 Diseño de mezclas .....	64
2.2.4.1 Elección del cemento a emplear en los diseños de mezclas de concreto. ....	64
2.3 Propiedades mecánicas de los agregados .....	67
2.3.1 Dureza (abrasión).....	67
2.3.2 Tenacidad.....	69
2.3.3 Módulo de elasticidad .....	69
2.3.4 Sanidad de los agregados.....	70
2.3.5 Compresión simple de los agregados.....	71
2.4 Propiedades térmicas .....	73
2.4.1 Coeficiente de expansión.....	73
2.4.2 Calor específico .....	73
2.4.3 Conductividad térmica .....	74
2.4.4 Difusividad .....	74

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1 Generalidades .....	75
3.1.1 Metodología de investigación.....	75
3.1.2 Diseño y método de investigación .....	75
3.1.2.3 Método estadístico. ....	75
3.1.3 Población y la muestra de la investigación.....	76
3.1.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	76
3.1.5 Costo del trabajo de investigación .....	76
3.1.6 Ubicación de la cantera Cutimbo .....	76
3.1.7 Extracción y tamaño de las muestras de las canteras.....	78
3.2 Ensayos físicos y químicos de los agregados.....	80



3.2.1 Ensayos físicos de los agregados .....	80
3.2.2 Ensayos químicos de los agregados .....	88
3.2.3 Ensayos petrográficos de agregados .....	88
3.2.4 Diseño de mezclas.....	94
3.3 Ensayos mecánicos del agregado .....	104
3.3.1 Ensayo de abrasión “máquina de los ángeles” .....	104
3.3.2 Ensayo de resistencia a la compresión simple.....	105
3.4 Análisis estadístico.....	107
3.4.1 La curva de distribución normal o “Campana de Gauss” .....	107
3.4.2 Análisis estadístico.....	109
3.4.3 Cálculo de la distribución normal .....	109
3.4.4 Variables aleatorias .....	110
3.4.5 Prueba de hipótesis.....	111
3.4.6 Pasos para la prueba de hipótesis. ....	112
3.5 Análisis de costo y beneficio de los agregados .....	116
3.5.1 Viabilidad técnica económica.....	116

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1 Resultado comparativo físico y químico .....	117
4.1.1 Resultado de análisis físicos .....	117
4.1.2 Resultados químicos de los agregados de las canteras de Cutimbo y Santa María.....	125
4.1.3 Resultados petrográficos.....	125
4.1.4 Resultados análisis de diseño de mezclas.....	131
4.1.4.1 Diseño de mezclas por resistencia para concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Por método ACI. ....	131
4.2 Resultado comparativo de mecánicas de agregados .....	137
4.2.1 Resultado ensayo de abrasión de los agregados.....	137
4.2.1.1 Resumen de los resultados de abrasión “en la máquina de los Ángeles” ..	137
4.3 Resultados comparativos estadísticos .....	139
4.4 Resultados comparativos de costo y beneficio.....	163
4.4.1 Potencia de cantera Cutimbo y Santa María.....	163
4.4.2 Costo de operación de mano de obra .....	164
4.4.3 Cuadrilla para elaboración de concreto con material de ambas canteras .....	165



4.4.4 Proceso y costo de preparación de concreto, utilizando equipo para su mezclado .....	165
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>169</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>171</b>
<b>VII. REFERENCIAS</b> .....	<b>173</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>175</b>

**AREA:** Construcciones

**TEMA:** Análisis comparativo de los agregados naturales

**LINEA DE INVESTIGACION:** Construcciones y Gerencia

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 DE ENERO 2020**



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables .....	24
Tabla 2 Granulometría de agregado fino y grueso con TMN de 1 1/2" .....	38
Tabla 3 Requisitos granulométricos para el agregado grueso .....	40
Tabla 4 Requisitos granulométricos para el agregado fino .....	41
Tabla 5 Valores del diámetro medio de los tamices .....	43
Tabla 6 Parámetros físicos, químicos para el concreto.....	52
Tabla 7 Requisitos permisible .....	52
Tabla 8 Parámetros permisibles de agua.....	53
Tabla 9 Elementos y compuestos del cemento.....	61
Tabla 10 Compuesto principales del cemento.....	62
Tabla 11 Gradaciones de muestra de ensayo.....	68
Tabla 12 Cargas Abrasivas según Gradaciones .....	68
Tabla 13 Requisitos de abrasión.....	69
Tabla 14 Valores de módulos elásticos.....	70
Tabla 15 Resultados químicos de los agregados .....	88
Tabla 16 Resistencia promedio .....	95
Tabla 17 Clase de mezclas según el asentamiento.....	96
Tabla 18 Contenido de aire atrapado .....	97
Tabla 19 Volumen unitario de agua.....	98
Tabla 20 Relación agua/cemento por resistencia .....	99
Tabla 21 Peso del Agregado grueso por unidad del volumen del concreto .....	100
Tabla 22 Desviación estándar para diferentes grados de control y coeficiente de variación $v_t$ para diferentes grados de control .....	109
Tabla 23 Módulo de fineza.....	120
Tabla 24 Cálculo del tamaño máximo nominal.....	120
Tabla 25 Porcentaje de material de chatas y alargadas del agregado Cutimbo.....	121
Tabla 26 Porcentaje de material de chatas y alargadas del agregado Santa María .....	122
Tabla 27 Peso específico y absorción .....	123
Tabla 28 Pesos unitarios sueltos y compactos de la cantera Cutimbo y Santa María ..	124
Tabla 29 Resumen de contenido de humedad .....	124
Tabla 30 Resumen de ensayos químicos de los agregados .....	125



Tabla 31 Resumen de ensayo de materiales .....	132
Tabla 32 Tamaño máximo nominal .....	132
Tabla 33 Volumen unitario de agua .....	133
Tabla 34 Selección del contenido de aire atrapado .....	133
Tabla 35 Relación agua – cemento .....	134
Tabla 36 Factor cemento.....	134
Tabla 37 Cálculo de volumen de agregado grueso .....	134
Tabla 38 Cálculo de contenido de agregado fino .....	135
Tabla 39 Cálculo de valores de diseño .....	135
Tabla 40 Corrección por humedad.....	136
Tabla 41 Proporciones del diseño de mezclas en peso .....	136
Tabla 42 Resumen de ensayo de abrasión "máquina de los ángeles" .....	137
Tabla 43 Resumen comparativo de la resistencia a la compresión simple.....	138
Tabla 44 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-01 a los 7 días .....	139
Tabla 45 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-02 a los 7 días .....	140
Tabla 46 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-03 a los 7 días .....	141
Tabla 47 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-01 a los 28 días .....	142
Tabla 48 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-02 a los 28 días .....	143
Tabla 49 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-03 a los 28 días .....	144
Tabla 50 Análisis estadístico: cantera Santa María C-01 a los 7 días .....	145
Tabla 51 Análisis estadístico: cantera Santa María C-02 a los 7 días .....	146
Tabla 52 Análisis estadístico: cantera Santa María C-03 a los 7 días .....	147
Tabla 53 Análisis estadístico: cantera Santa María C-01 a los 28 días .....	148
Tabla 54 Análisis estadístico: cantera Santa María C-02 a los 28 días .....	149
Tabla 55 Análisis estadístico: cantera Santa María C-03 a los 28 días .....	150
Tabla 56 Estadística .....	152
Tabla 57 Conclusión parcial de estadística de las canteras Cutimbo y Santa María ....	161
Tabla 58 Cálculo de áreas de las canteras de cutimbo y santa maría.....	164
Tabla 59 Cálculo de potencia de canteras.....	164
Tabla 60 Análisis de costos de mano de obra por horas hombre (hh) .....	166
Tabla 61 Análisis de costo por m <sup>3</sup> del agregado de la cantera Cutimbo.....	166
Tabla 62 Análisis de costos por m <sup>3</sup> de agregado de c. Santa María .....	167
Tabla 63 Resultado de análisis económico.....	168



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Huso granulométrico del agregado fino.....	39
Figura 2 Huso granulométrico del agregado grueso .....	39
Figura 3 Representación esquemática de la humedad del agregado .....	49
Figura 4 Ubicación de la cantera Cutimbo C-01, C-02, C-03.....	77
Figura 5 Ubicación de la cantera Santa María C-01, C-02, C-03. ....	78
Figura 6 Muestras de agregados de Cutimbo y Santa María.....	91
Figura 7 Aditivos utilizados en La elaboración de la sección delgada .....	91
Figura 8 Molde para la elaboración de secciones delgadas con curación y pulidas .....	92
Figura 9 Cortadora de muestras semiautomático para la elaboración de secciones delgadas y pulidas .....	92
Figura 10 Muestra cortada dentro de las medidas para realizar el pegado en la lámina	92
Figura 11 Desbastadora y pulidora de secciones delgadas y pulidas, marca Struers.....	93
Figura 12 Resultado final de las muestras de Ilave (Il- 01, Il-02) y de las muestras de Cutimbo (Cut-01, Cut-02). ....	93
Figura 13 Microscópico óptico petrográfico de la marca Leica modelo ICC50 W .....	94
Figura 14 La curva de distribución normal o “Campana de Gauss”.....	107
Figura 15 Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Cutimbo.....	117
Figura 16 Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Santa María .....	118
Figura 17 Curva granulométrica del agregado grueso de Cantera Cutimbo .....	118
Figura 18 Curva granulométrica del agregado grueso de cantera Santa María.....	119
Figura 19 Granulometría de agregados.....	119
Figura 20 Ensayo de chatas y alargadas de los agregados.....	122
Figura 21 Cantera Santa Maria Ilave -microfotografías N° 03: 10X, NX: se observan cristales de cuarzo (Cz) .....	126
Figura 22 Cantera Santa Maria Ilave - microfotografía N° 4: 10X, NX; Se observa fenocristales de piroxenos (Px), Plagioclasas (Pgl), matriz de microlitos	127
Figura 23 Fragmento lítico constituida por ferromagnesianos.....	127
Figura 24 Cantera Santa Maria Ilave -microfotografías N° 7, 10x, NII; Observase fenocristales de hornblendas (Horn), plagioclasas (PGls), microlitos (Micrl) .....	129



Figura 25 Cantera Santa Maria Ilave microfotografía N° 8, 10 x, NX; se observan cristales de plagioclasa (Pgl), microlitos, opacos (op) .....	129
Figura 26 Cantera Cutimbo - microfotografía N° 10, 10 x, NX; se observan fenocristales de plagioclasa (Pgl), microlitos (Micrl), opacos (op) .....	131
Figura 27 Ensayo de asentamiento de la mezcla de concreto .....	133
Figura 28 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-01 .....	139
Figura 29 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ a los 7 días C-02 .....	140
Figura 30 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-03 .....	141
Figura 31 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-01 .....	142
Figura 32 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-02 .....	143
Figura 33 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-03 .....	144
Figura 34 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-01 .....	145
Figura 35 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-02 .....	146
Figura 36 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-03 .....	147
Figura 37 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-01 .....	148
Figura 38 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-02 .....	149
Figura 39 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-03 .....	150
Figura 40 Resistencia a la compresión con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 7 días, C-01 .....	151
Figura 41 Resistencia a la compresión con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 7 días, C-02 .....	154



Figura 42 Resistencia a la compresión con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 7 días, C-03 .....	155
Figura 43 Resistencia a la compresión con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 28 días, C-01 .....	157
Figura 44 Resistencia a la compresión con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 28 días, C-02 .....	158
Figura 45 Resistencia a la compresión con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 28 días, C-03 .....	160
Figura 46 Proceso y costo de preparación de concreto, utilizando equipo para su mezclado .....	165



## LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>Vt</b>	: Volumen total de material ( $m^3$ )
<b>Ai</b>	: Área del depósito en la sección ( $m^2$ )
<b>Li</b>	: Espesor del bloque representado por la sección (m).
<b>N. P</b>	: No presenta.
<b>LL</b>	: Límite líquido.
<b>LP</b>	: Límite plástico.
<b>IP</b>	: Índice de plasticidad.
<b>Cc</b>	: Coeficiente de curvatura.
<b>Cu</b>	: Coeficiente de uniformidad.
<b>Cut-01</b>	: Cutimbo 01
<b>Cut-02</b>	: Cutimbo 02
<b>IL-01</b>	: Ilave 01.
<b>IL-02</b>	: Ilave 02.
<b>f'c</b>	: Resistencia a la compresión del concreto, $kg/cm^2$ .
<b>R</b>	: Módulo de ruptura del concreto (resistencia a la flexión), $kg/cm^2$ .
<b>u</b>	: Media aritmética.
<b><math>\sigma^2</math></b>	: Varianza.
<b><math>\sigma</math></b>	: Desviación estándar.
<b>VT</b>	: Coeficiente de variación.
<b>Ho</b>	: Hipótesis nula.
<b>Ha</b>	: Hipótesis alternativa.
<b><math>\alpha</math></b>	: Nivel de significancia.
<b>Zo</b>	: Estadístico de prueba.
<b>A°F°</b>	: Agregado fino.
<b>A°G°</b>	: Agregado grueso
<b>W%</b>	: Contenido de humedad
<b>TM</b>	: Tamaño máximo del agregado.
<b>TMN</b>	: Tamaño máximo nominal del agregado.
<b>mf</b>	: Módulo de fineza del agregado fino.
<b>mg</b>	: Módulo de fineza del agregado grueso.



- a/c** : Relación agua/cemento.
- P.U.** : Peso unitario.
- ACI** : American concrete institute.
- ASTM** : American society of testing materials.
- NTP** : Norma técnica peruana.



## RESUMEN

Hoy en día aumenta la necesidad del uso de hormigón para la preparación de concreto por parte de los usuarios particulares que no tienen conocimiento o no cuentan con asesoramiento técnico de profesionales de especialidad, lo cual representa un problema real con el prematuro deterioro de las infraestructuras. La presente investigación se desarrolló con la finalidad de analizar comparativamente la calidad de los agregados y su influencia en el concreto de las canteras Cutimbo y Santa María, teniendo como objetivo principal, realizar un estudio de las características físicas, químicas y mecánicas para este fin se tomaron tres muestras de agregado por cada cantera. Para la exploración y localización de los bancos de materiales se llevan a cabo por métodos exploratorios, como son: por reconocimiento terrestre directo y método experimental. Los resultados en el análisis comparativo de la calidad de los agregados naturales de las canteras son los siguientes: peso específico del agregado fino y grueso es de 2.38gr/cc y 2.37gr/cc (Cutimbo) y 2.45 gr/cc y 2.43 gr/cc (Santa María), Los análisis de compresión simple a la resistencia promedio final es de 105.9%, 130.06 % (Cutimbo, Santa María) respectivamente con un diseño de 210 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. En desgaste por abrasión llega, con 25.89% (Santa María) y 22.76% (Cutimbo), análisis de costos por m<sup>3</sup> de la cantera es de s/. 380.43 por m<sup>3</sup> (Santa María) y s/. 361.28 por m<sup>3</sup> (Cutimbo). La presente investigación permite concluir que los agregados de la cantera Santa María es óptimo para la elaboración de concreto para la ciudad de Puno.

### **Palabra Clave:**

Agregados, agua, cemento, cantera, concreto.



## ABSTRACT

Today, the need for the use of concrete for the preparation of concrete by private users who do not have knowledge or do not have technical advice from specialized professionals is increasing, which represents a real problem with the premature deterioration of infrastructure. The present investigation was developed with the purpose of comparatively analyzing the quality of the aggregates and their influence on the concrete of the Cutimbo and Santa María quarries, with the main objective of carrying out a study of the physical, chemical and mechanical characteristics for this purpose. They took three aggregate samples for each quarry. For the exploration and location of the material banks are carried out by exploratory methods, such as: by direct terrestrial recognition and experimental method. The results in the comparative analysis of the quality of the natural aggregates of the quarries are the following: specific weight of the fine and coarse aggregate is 2.38gr / cc and 2.37gr / cc (Cutimbo) and 2.45 gr / cc and 2.43 gr / cc (Santa María), The simple compression analysis at the final average resistance is 105.9%, 130.06% (Cutimbo, Santa María) with a design of 210 Kg / cm<sup>2</sup> at 28 days. In abrasion wear it arrives, with a resistance 25.89% (Santa María) and 22.76% (Cutimbo) cost analysis per m<sup>3</sup> of quarries is s / . 380.43 per m<sup>3</sup> (Santa María) and s / . 361.28 per m<sup>3</sup> (Cutimbo). The present investigation allows to conclude that the aggregates of the Santa María quarry is optimal for the elaboration of concrete for the city of Puno.

Keyword:

Aggregates, water, cement, quarry, concrete



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

El principal problema presentado en la zona, es el uso creciente del hormigón en la preparación del concreto con resistencias a la compresión ( $210 \text{ Kg/cm}^2$ ) por parte de los usuarios, como son las entidades particulares que no tienen el conocimiento respectivo sobre el tema o no cuentan con el asesoramiento técnico de profesionales de la especialidad por las limitaciones económicas de éstas, lo cual representa un grave problema real que se refleja en el prematuro deterioro de diversas infraestructuras de la zona de estudio.

Es necesario hacer un análisis comparativo, de las principales canteras más importantes que se explotan o que potencialmente se pueden explotar para la provincia de Puno, tomando en cuenta las normas, para de esta manera poder comparar la calidad de los concretos elaborados con agregados de las canteras.

Esta investigación analiza la calidad de agregados para concreto de la cantera ubicados en rio Cutimbo (distrito de Pichacani), cantera Santa María (distrito de Ilave), Provincia de Puno y Provincia de Collao Departamento de Puno, Siendo el concreto parte fundamental de toda construcción en la actualidad se vio la necesidad de evaluar la calidad de los agregados que lo conforman; por ser estos los que tienen menor control en las construcciones menores como por ejemplo viviendas familiares, puesto que estas canteras abastece toda la ciudad de Puno y la ciudad de Ilave y entre otros. Estas canteras es fuente de producción para el concreto para las Obras Civiles.



Esta tesis tiene por objeto principal, evaluar que los agregados de las canteras en explotación cumplan con los requisitos de gradación y calidad de agregados finos y gruesos para uso de concreto de peso normal, establecido en la Norma Técnica Peruana. Analizando sus propiedades físicas, mecánicas y químicas.

En consecuencia, la evaluación de canteras de “Cutimbo y Santa María” brindará un adecuado diseño de mezclas para estructuras de obras de viviendas familiares.

### **1.1.1 Problema general**

¿Cuál es la influencia de la calidad del agregado para elaborar concretos de resistencias,  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de las canteras “rio Cutimbo y Santa María-Ilave”. Para la ciudad de Puno, ¿empleado en las construcciones de viviendas familiares?

### **1.1.2 Problema específico**

¿Cuál es el análisis físico y químico de los agregados de las canteras del “rio Cutimbo y cantera Santa María-Ilave”?

¿Cuál es el análisis mecánico de los agregados de las canteras del “rio Cutimbo y cantera Santa María-Ilave”?

¿Cuál es el análisis de costo beneficio de las canteras del “rio Cutimbo y cantera Santa María-Ilave”?

## **1.2 Antecedentes**

### **1.2.1 A nivel nacional**

**María N. Calderón (1999)**, Diseño de las mezclas de concreto con agregado global de la quebrada río seco provincia de Trujillo el método de volúmenes absolutos: todos los métodos de diseño de mezclas, se basan en el principio de considerar en el



cálculo, los volúmenes de los componentes sin incluir los vacíos entre ellos de manera que sumados conjuntamente con el aire que atrapa el concreto suministre la unidad de medida que esté adoptando, que usualmente es  $1 \text{ m}^3$ , en consecuencia, se trabaja en los cálculos con el peso específico de los sólidos, también llamada gravedad específica o peso específico de masa, sea en condición seca o saturada superficialmente seca, para obtener los volúmenes.

**Mosquera, E. (2011)**, *Evaluación de las Canteras de la provincia de San Martín para su utilización en Obras Civiles*. Morales: Tesis UNSM. El presente estudio, pretende obtener resultados de los ensayos de laboratorio realizados, que permitirán seleccionar, calificar y evaluar las distintas características de los agregados obtenidos de las diferentes canteras de estudio, cuyo uso es de vital importancia en la elaboración de concreto, para su utilización en la construcción en general, específicamente aquellos concretos elaborados en el ámbito de la provincia de San Martín.

La presente tesis especifica la evaluación de las canteras de agregados más explotados en la provincia de San Martín, realizándoles a estos los ensayos de laboratorio detallados en el presente estudio de Tesis, y con estos datos obtenidos realizar los respectivos diseños de mezclas de cada cantera en estudio, cabe mencionar que la presente Tesis pone en práctica los conocimientos teóricos prácticos obtenidos en nuestra Universidad Nacional de San Martín con fines de estudio para un aporte a la misma.

La Tesis tuvo la siguiente conclusión, que la cantera de Juan Guerra es la cantera más representativa del río Cumbaza, ya que sus agregados cuentan con características más adecuadas para su uso en la elaboración de concreto (solo concreto de baja calidad).

**Chacaliaza Quispe, I y Vargas Escobar, I (2011)**, realizó Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, denominado “características del agregados (finos y gruesos) de



la cantera de Tucsipampa – Lircay – 2011”, sus conclusiones fueron, de acuerdo a la granulometría realizada con la muestra representativa, se concluye que este material combinado presenta 38.1 % de piedra y 61.9% de arena gruesa la granulometría de los agregados, determinada por el análisis de tamices de n° 100, n° 50, n° 30, es un elemento importante.

**Pérez Olivos, Digson Grey (2014)** la investigación titulada EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS PARA EL USO EN EL DISEÑO DE CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  DE LA CANTERA SANTA ROSA - JAÉN.

Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados son: Contenido de humedad agregado fino y grueso (2,72%, 0,56%), Peso específico y absorción: Agregado fino (peso específico de masa es  $2,55 \text{ g/cm}^3$  con un porcentaje de absorción de 2,25%); Agregado grueso (Peso específico de masa es  $2.68 \text{ g/cm}^3$  con un porcentaje de absorción de 0,92%); Peso unitario volumétrico: Agregado fino (P.U.S.S =  $1,611 \text{ g/cm}^3$ , P.U.S.V =  $1,763 \text{ g/cm}^3$ ); Agregado grueso (P.U.S.S =  $1,386 \text{ g/cm}^3$ , P.U.S.V =  $1,548 \text{ g/cm}^3$ ); Desgaste por abrasión de la máquina de los Ángeles del agregado grueso es 19,74%; Análisis granulométrico: Agregado fino (Módulo de finura es 3,11%, se clasifica como arena intermedia porque cumple los parámetros especificados del grupo M); Agregado grueso (cumple los parámetros especificados según la norma ASTM C 33, teniendo un TMN de 1” y clasificado en el grupo N° 56) y el ensayo de contaminación que pasa el tamiz N° 200 es: Agregado fino 3,7% y Agregado grueso 0,51%. que nos sirvió, en el Tamaño máximo nominal y, por ende, del requerimiento.



### 1.2.2 A nivel internacional

**Estrada y Páez (2014)**, en su investigación concluye que los agregados redondeados, que son los más baratos y con mayor disponibilidad, obtuvieron bajas resistencias que el agregado triturado. Afirmó que esto no significa que el agregado redondeado sea de baja calidad, puesto que los especímenes elaborados con este agregado alcanzaron su resistencia óptima; pero el agregado triturado superó dichos resultados de resistencia en  $200 \text{ Kg/cm}^2$  y  $250 \text{ Kg/cm}^2$ , siendo la misma relación agua/cemento para el primer diseño en ambos casos de agregados (grava y grava triturada) y; así mismo, dos relaciones de agua/cemento diferente en los diseños de  $250 \text{ Kg/cm}^2$  y  $300 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Alvarado (2010)**, afirma que la composición mineralógica, forma y textura de los agregados, varían de una zona a otra e incluso en el mismo lugar de donde se extraen. Es por ello recomienda que todos datos deben tomarse con cautela y no dar por hecho que todos los materiales que presentan las mismas formas se comportarán igual.

La forma y la textura superficial de las partículas de un agregado influyen en las propiedades del concreto fresco más que las del concreto endurecido. Las partículas con textura áspera, angulares o elongadas requieren más agua para producir un concreto trabajable que agregados lisos, redondeados y compactos. Además, las partículas de agregado angulares requieren más cemento para mantener la misma relación agua-cemento. Sin embargo, con la granulometría satisfactoria, tanto los agregados triturados como los no triturados (de un mismo tipo de roca), generalmente, producen concretos con la misma resistencia, si se mantiene el contenido de cemento (Scanferla, 2010).

### 1.3 Justificación



Es necesario realizar un estudio a las canteras de agregados de las canteras “Cutimbo” y “Santa María - llave” para determinar las propiedades físico, mecánicas, químicos y características geotécnicas de los agregados.

De igual manera el proyecto, se justifica porque determinará si los agregados existentes en dichas canteras, cumplen con las normas establecidas vigentes y además con estos agregados podemos diseñar concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , y cumpliendo con la calidad y resistencia adecuada. En la provincia de Puno y provincia de Collao según a la necesidad real se van construyendo construcciones modernas. Sin realizar los estudios necesarios para conocer con qué clase de agregados se está trabajando y si cumple con las normas del ASTM,

Los resultados que se obtendrán del estudio nos permitirán contribuir a la solución de los problemas que existen en la resistencia como son fisuras, rajaduras, poniendo en peligro las obras y vidas humanas. El resultado en estudio de los agregados permitirá el uso del material, en proyectos para las viviendas familiares.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la influencia de la calidad de los agregados para elaborar concretos de resistencias,  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de las canteras “rio Cutimbo y Santa María-Ilave”. Para la ciudad de Puno, empleado en las construcciones de viviendas familiares.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Determinar el análisis físico y químico de los agregados de las canteras del “rio Cutimbo y cantera Santa María-Ilave”.



Determinar el análisis mecánico de los agregados de las canteras del “rio Cutimbo y cantera Santa María-Ilave”.

Determinar el análisis de costo y beneficio de las canteras del “rio Cutimbo y cantera Santa María-Ilave”

## **1.5 Hipótesis de trabajo**

### **1.5.1 Hipótesis general**

La calidad del agregado para elaborar concretos de resistencias,  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de las canteras “rio Cutimbo y Santa María-Ilave”. Para la ciudad de Puno, empleado en las construcciones de viviendas familiares será óptimo.

### **1.5.2 Hipótesis Específica**

Con el análisis físico y químico de los agregados de la cantera del “rio Cutimbo y cantera Santa María-Ilave” tendrá efecto directo en la resistencia de concreto.

Con el análisis Mecánico de los agregados de la cantera del “rio Cutimbo y cantera Santa Maria-Ilave” tendrá efecto directo en la resistencia de concreto.

Con el análisis de costo y beneficio de los agregados de las canteras del “rio Cutimbo y cantera Santa Maria-Ilave” economizará costo por  $\text{m}^3$  de concreto.

## **1.6 Variables de investigación**

### **1.6.1 Variable independiente**

Agregados naturales.



## Indicadores

Propiedades físicas, mecánicas, químicas y mineralógicas.

Diseño de mezcla.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<u>Agregados Naturales</u>	<u>Propiedades Físicas</u>	Contenido de Humedad Granulometría Peso Unitario Tamaño Máximo Nominal Gravedad específica y absorción del agregado Grueso y Fino Impurezas orgánicas Sales solubles Análisis petrográfico
	<u>Diseño de Mezclas</u>	Cemento Agua Agregado fino Agregado grueso
<u>Calidad de concreto</u>	<u>Resistencia a la compresión</u>	Compresión $f_c=210\text{Kg/cm}^2$
	<u>Costo y beneficio</u>	Agregado Cemento

### 1.6.2 Variables dependientes

Calidad de concreto.

#### Indicadores:

Resistencia del concreto.

Costo.

*Tabla 1 Operacionalización de variables*

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

## 1.7 Viabilidad económica

Es factible realizar la investigación propuesta, dado que se cuenta con medios económicos viables para concretizar dicha Tesis.



### **1.7.1 Viabilidad técnica**

Se cuenta con los recursos tecnológicos para realizar la investigación.

### **1.7.2 Viabilidad operativa**

Se cuenta con el conocimiento necesario y el apoyo de terceros para realizar el proyecto.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 Generalidades**

##### **2.1.1 Cantera**

Se define cantera al banco de materiales donde hay volumen suficiente de los agregados para elaboración de concreto, a los afloramientos rocosos de los que se extrae un material específico tales como agregado natural y artificial como son piedra, grava, fina etc. para fines constructivos.

En nuestro interés el estudio de las canteras de donde se extrae agregado para la elaboración de concreto, que requieren agregados con diferentes características y requisitos que iremos analizando de acuerdo a ensayos que, en el laboratorio, hay que realizar para determinar si los agregados a emplear son o no aptos para elaboración de concreto.

Lugar geográfico de donde se extraen o explotan rocas industriales, ornamentales y materiales pétreos para la industria de la construcción o para toda Obra Civil, utilizando



diferentes procesos de extracción dependiendo del tipo y origen de los materiales. Toda cantera tiene una vida útil, y una vez agotada, el abandono de la actividad suele originar serios problemas de carácter ambiental principalmente con la destrucción del paisaje. (Es.scribd.com, 2017, pág. 5)

### **2.1.1.1 Tipos de canteras**

#### **a) Canteras aluviales o de lecho río**

Llamadas también canteras fluviales, en las cuales los ríos como agentes naturales de erosión, transportan durante grandes recorridos las rocas aprovechando su energía cinética para depositarlas en zonas de menor potencialidad formando grandes depósitos, de estos materiales entre los cuales se encuentran desde cantos rodados y gravas hasta arena, limos y arcillas; la dinámica propia de las corrientes de agua permite que aparentemente estas canteras tengan ciclos de autoabastecimiento, lo cual implica una explotación económica, pero de gran afectación a los cuerpos de agua y a su dinámica natural.

En las canteras de río, los materiales granulares que se encuentran son muy competentes en obras civiles, debido a que el continuo paso y transporte del agua desgasta los materiales quedando al final aquellos que tiene mayor dureza y además con características geométricas típicas como sus aristas redondeadas. Estos materiales son extraídos con palas mecánicas, y cargadores de las riberas y cauces de los ríos (Pinzon, 2013).

#### **2.1.1.2 Exploración e investigación de canteras**

Se define con este término al conjunto de actividades pendientes a determinar si una cantera reúne los requisitos mínimos para su explotación y tiene por objetivo describir



los métodos utilizados en la prospección e investigación de canteras principalmente de agregados (Pinzon, 2013).

A continuación, se presenta las tres etapas de investigación que se tomaron en cuenta y realizaron en el presente estudio de agregados.

#### **a) Reconocimiento preliminar**

Etapa en la que después de haberse considerado una cierta posibilidad, obtenida por referencias de una cantera que ha sido explotada en otra época o que viene siendo explotada, o por el estudio de cartas, mapas, fotografías aéreas, se requiere “caminar” sobre el terreno para estudiar sus accesos, definir sus linderos, cubicar sus probables volúmenes explotables y elaborar un programa de exploración para las siguientes etapas del estudio (Pinzon, 2013).

Previamente al reconocimiento del terreno se deberá contar con todo tipo de información bibliográfica existente y aprovechable, tales como mapas geológicos y cartas geográficas, además de preferencia para el desarrollo del trabajo contar con un especialista en geotecnia o de un Ingeniero Geólogo verificar los siguientes aspectos:

- Los caminos de acceso y medios de transporte
- La Geología y Geomorfología.
- La Topografía.
- La situación legal.
- Los volúmenes explotables.

#### **b) Estudio preliminar**



Etapa en la que consiste, en la que por medios simples y expeditos puede obtenerse información sobre el espesor y composición del subsuelo, además de obtener datos que nos permitan definir si la cantera es prometedora para la explotación, con un fin específico y si por consiguiente es conveniente o no continuar la investigación sobre ella. Tales procedimientos van desde la excavación de calicatas y sondeos hasta la ejecución de pruebas in situ (Pinzon, 2013).

Para la excavación de calicatas como para el muestreo, deben tomarse en cuenta las etapas de desbroce, preparación y acopio de material.

### **c) Estudio definitivo**

Etapa en la que comprende los estudios de detalle necesarios con vistas a establecer la explotación de la cantera. En esta etapa se delimitan de forma precisa:

- Los volúmenes y reservas aprovechables.
- El tipo y potencia.
- Las características geomorfológicas de la cantera y aquellas intrínsecas de las rocas o materiales. (estudios petrográficos).
- La calidad de los materiales que serán extraídos para estudiar los posibles tratamientos aplicables con el fin de ajustarse a las normas y reglamentos.

#### **2.1.1.3 Explotación de canteras**

Son actividades mediante las cuales se extraen materiales de una cantera, para ser empleados en una obra determinada. Las actividades necesarias durante la explotación de una cantera son:

- Desmante y limpieza



- Preparación
- Extracción y acopio
- Carguío y transporte

En cuanto al equipo básico que por lo general se utiliza en la explotación de canteras tenemos:

- Tractor de orugas o neumáticos
- Retroexcavadora
- Cargador frontal
- Volquetes
- Fajas transportadoras
- Chancadora de roca
- Cribas

Cuando se trata de producir agregados para concreto con cemento portland, el cual es nuestro caso, los trabajos más comunes son:

- Alimentación
- Zarandeo o cribado
- Trituración
- Lavado



En La explotación de canteras de hormigón de río, rocas y arcillas comprendidas en el presente estudio, está definido por parámetros o criterios de diseño de excavación, que nos permitirán alcanzar los siguientes objetivos:

- Producciones programadas
- Economía en la explotación
- Seguridad en la explotación

#### 2.1.1.4 Cálculo y evaluación de reservas

Método de las secciones transversales adyacentes, en las canteras de Cutimbo y Santa María, se aplicó el método de sección transversal adyacente, que consiste en dibujar secciones geológicas verticales, en la que a intervalos regulares se representa la forma y el área de cada sección y su proyección.

$$V_T = \sum A_i * L_i \dots\dots\dots Ec.02.01$$

Donde:

Vt = Volumen total de material (m3)

Ai = Área del depósito en la sección (m2)

Li = Espesor del bloque representado por la sección (m).

#### 2.1.1.5 Selección de canteras

En la selección de las canteras debe incluir:

- Estudio origen geológico.
- Clasificación petrográfica y composición mineral del material.
- Propiedades y comportamiento del material como agregado.



- Costo de operación y rendimiento en relación a la magnitud del proyecto.
- Posibilidades de abastecimiento del volumen que se considere lo necesario.
- Facilidad de acceso a la cantera y cercanía de ella a la obra.

Las canteras elegidas para este proyecto son:

- Cantera Cutimbo.
- Cantera Santa María.

## **2.1.2 Agregados**

### **2.1.2.1 Definición**

Se define como el agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NPT 400.011, los agregados son la base discontinua del concreto.

Sabemos que el concreto está formado por una pasta de cemento y agua a la cual se encuentra embebidas partículas de un material conocido como agregado el cual ocupa del 62% y 78% del volumen de la unidad cubica del concreto (Rivva lopez,2004).

Por su peso puede clasificarse en normal, liviano, y pesado. Por limpieza en sucio y limpio, por su granulometría en agregado fino y agregado grueso, o agregado integral también conocido como hormigón.

La calidad de agregado es importante desde que aproximadamente  $\frac{3}{4}$  partes del volumen del concreto es ocupado por éste. Se dejó de considerar al agregado como un material inerte de relleno cuya aplicación permite disminuir el costo de la unidad cúbica de concreto (Gilkey, 1923). Hoy se sabe que el agregado, debido a sus propiedades físicas,



químicas, térmicas, tiene influencia determinante sobre las propiedades del concreto, esencialmente su resistencia y durabilidad.

En relación con su origen y su procedimiento de preparación del agregado puede ser natural o artificial. Las arenas y las gravas son productos del intemperismo y la acción del viento y el agua, las piedras naturales, en el procesamiento se puede utilizar lavado y tamizado.

Los agregados pueden obtenerse a partir de las rocas ígneas, sedimentarias, o metamórficas, la presencia o ausencia de un tipo geológico determinado no es suficiente, para definir a un agregado adecuado o inadecuado.

La aceptación de un agregado para ser empleado en la preparación del concreto para una obra de características determinadas, deberá basarse en la información obtenida a partir de los ensayos de laboratorio de su registro de servicio bajo condiciones de obras similares, o de ambas fuentes de información (Rivva, 2010).

### **2.1.2.2 Clasificación de los agregados**

- Por su origen.
- Por su composición mineralógica.
- Por su tamaño.
- Por su propiedad física.
- Por su propiedad química.
- Por su peso.
- Por su perfil.
- Por su textura superficial.



- Por su petrografía.

#### **a) Por su origen**

Los agregados se clasifican en:

- Agregados naturales.
- Agregados artificiales.

Se considera como agregado natural a las partículas que son el resultado de un proceso de obtención o transformación natural. Los agregados obtenidos por la trituración mecánica y tamizado de las rocas se consideran dentro de la clasificación de agregados artificiales (Rivva, 2010).

Entre los principales grupos de agregados naturales se encuentra la arena y el canto rodado de río o de cantera; las arenas naturales muy finas, de piedra pómez natural y lava volcánica porosa (Rivva, 2010).

#### **b) Por su composición mineralógica**

Por su composición mineralógica los agregados pueden ser primordialmente:

- Silicato.
- 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.

#### **c) Por su tamaño**

De acuerdo a su tamaño los agregados se clasifican en:



- Agregado fino.
- Agregado grueso.

La norma define como agregado fino a aquel que pasa íntegramente por el Tamiz de 3/8" y como mínimo en un 95% el Tamiz N°4, quedando retenido en el Tamiz N° 200. Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido, como mínimo, en un 95% en el Tamiz N°4 (NPT 400.011).

**d) 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.
- Agregado satisfactorio.
- Agregado regular.
- Agregado pobre.

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 interna o externa y es resistente a los procesos de erosión y abrasión. Se considera como agregado satisfactorio aquel cuyos elementos contribuyen a una moderada resistencia del concreto; igualmente dan a éste resistencia a los procesos de abrasión y, erosión. Así como buena durabilidad bajo cualquier condición se considera agregado pobre aquel cuyos constituyentes son de baja calidad y contribuye a obtener bajas resistencias mecánicas y de abrasión de concreto; e igualmente causan destrucción de concreto bajo condiciones climáticas pobres (Rivva, 2010).



**e) Por sus propiedades químicas**

La reactividad química de los constituyentes del agregado, especialmente con los álcalis del cemento, permite clasificarlos en:

- Inocuos.
- Deletéreos.

Se denomina agregados inocuos a aquellos cuyos elementos constituyentes no participan en reacciones químicas dañinas al concreto. Se denomina agregados deletéreos a aquellos que contienen materiales los cuales producen efectos adversos sobre el concreto debido a la reacción química que tiene lugar con posterioridad al endurecimiento de la pasta.

Las sustancias que se consideran deletéreas, en razón de su susceptibilidad al ataque por álcalis presentes en el cemento, no son peligrosas si se emplean con cementos que contienen menos del 0.6% de álcalis totales (Rivva, 2010).

**f) Por su peso**

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

- Agregados pesados.
- Agregados de peso normal.
- Agregados livianos.

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



Los agregados de peso normal naturales, incluyen las arenas y cantos rodados de río o de cantera, la piedra partida etc. Entre los artificiales se encuentran la escoria de altos hornos, el Clinker triturado, el ladrillo partido, etc.

Entre los agregados livianos naturales se encuentran la escoria volcánica y la piedra pómez. Entre los artificiales el Clinker de altos hornos; las arcillas, pizarras y esquistos expandidos: la perlita; la vermiculita, etc. (Rivva, 2010).

**g) Por su perfil**

De acuerdo a su perfil las partículas de agregado comprenden siete grupos:

- Redondeados.
- Irregular.
- Laminado.
- Angular.
- Semiangular o semiredondeado.
- Elongado.
- Laminado y elongado.

**h) Por su textura superficial**

De acuerdo a su textura superficial las partículas de un agregado se clasifican en uno de los seis grupos siguientes:

- Textura vítrea.
- Textura suave.
- Textura granular.



- Textura rugosa.
- Textura cristalina.
- Textura alveolar.

**i) Por su petrografía**

La clasificación petrográfica de los agregados, de acuerdo a sus rocas originarias, comprende diez grupos:

**Grupo basalto**, el cual incluye las andesitas, basalto, diabasa, pofidita básica, dolerita, epidiorita, hornablenda, esquisto, lamprofito, cuarzo dolerita, espilita.

**Grupo granito**, el cual incluye el granito, granodiorita, cuarzo, diorita, gneiss, granulito, pegmatita, sienita.

**Grupo hornfelsa**, el cual incluye la aplita, dacita, felsita, riolita, traquita.

**Grupo porfido**, el cual le incluye la aplita, dacita, felsita, riolita granofiro, queratofiro, microgranito, pórfido, cuarzo porfidita, riolita traquita.

**Grupo Pedernal**, el cual incluye el pedernal y el horsteno.

**Grupo gabro**, el cual incluye la dorita básica, gabro, serpentina, peridotita, gneiss básico, hornablenda.

**Grupo arenisca**, el cual incluye el conglomerado, las areniscas, arcosa. Brecha, cascajo, tufa.

**Grupo caliza**, el cual incluye la caliza, la dolomita y el mármol

**Grupo cuarcita**, el cual incluye la arenisca cuarcítica, cuarcita recristalina, el ganister.

**Grupo esquisto**, el cual incluye el esquisto, la pizarra, la filita, y en general todas las rocas generalmente cizalladas.

### 2.1.2.3 Características de los agregados

Se define las características de los agregados como: granulometría de los agregados gruesos y finos, módulo de fineza de los agregados gruesos y finos, superficie específica, tamaño máximo, tamaño máximo nominal, material que pasa la malla No 200, partículas chatas y alargadas.

#### a) Uso granulométrico de agregado fino y grueso

*Tabla 2 Granulometría de agregado fino y grueso con TMN de 1 1/2"*

AGREGADO FINO			AGREGADO GRUESO		
TAMIZ			TAMIZ		
Denominación	Abertura mm	% Pasa	Denominación	Abertura mm	% Pasa
3/8"	9.5	100	2"	50	100
# 4	4.75	95 a 100	1 1/2"	37.5	95 a 100
# 8	2.36	80 a 100	3/4"	19	35 a 70
# 16	1.18	50 a 85	3/8"	9.5	10 a 30
# 30	0.6	25 a 60	# 4	4.75	0 a 5
# 50	0.3	10a 30			
# 100	0.15	2 a 10			

*FUENTE: E. Riva López, naturaleza y materiales del concreto*



Figura 1 Huso granulométrico del agregado fino

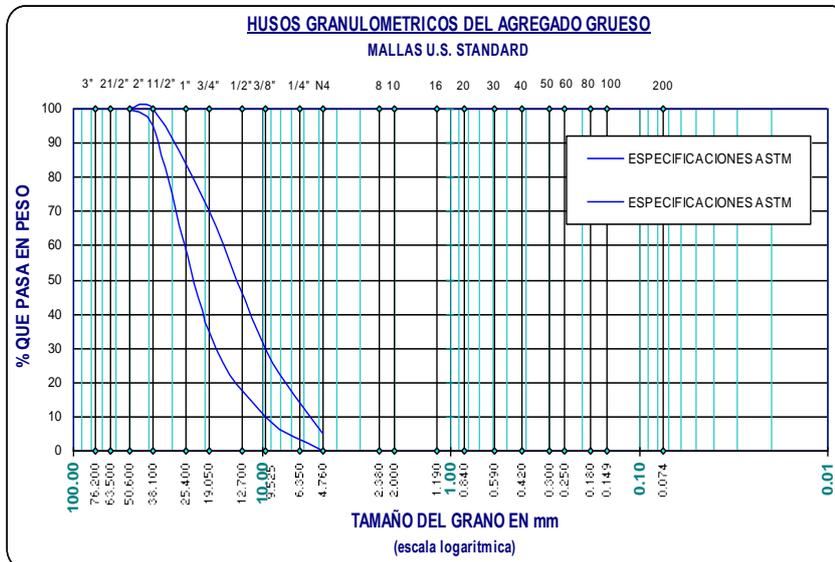


Figura 2 Huso granulométrico del agregado grueso

## b) Granulometría de agregado grueso

Los tamices empleados en el ensayo son los normados por la NTP 400.012 y ASTM C-33 cuyas aberturas son: 3., 11/2., 3/4., 3/8. y la Nro.4.

En el agregado grueso se debe tener cuidado cuando carece de algunos tamaños en la granulometría, ya que esto implica una posible segregación, por lo que siempre se debe tener cuidado que posea continuidad en sus partículas, su graduación recomendable dependerá del tamaño máximo del agregado. Tal como indica la siguiente tabla (E. Rivva, 2000).

*Tabla 3 Requisitos granulométricos para el agregado grueso*

Tamaño max nominal	Porcentaje que pasa por las siguientes mallas							Nro. 4	Nro. 8
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"			
2"	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	
1 1/2"	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	
1"	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	
3/4"	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	
1/2"	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
3/8"	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 - 10	

*Fuente: ENRIQUE RIVVA LOPEZ, "Diseño de Mezclas"*

En caso que el agregado no cumpla con el rango especificado, no será motivo para descartarlo sin antes haber realizado pruebas en probetas y observar su comportamiento, si éste es óptimo podrá ser utilizado sin problemas. (Rivva, 2010).

### c) Granulometría del agregado fino

Su cribado se efectúa mediante mallas determinadas por una Serie Standard, duplicadas en tamaño a partir de la Nro.100, con la finalidad de permitirle una continuidad en el tamaño de sus partículas, la Norma es la NTP 400.012.

Un punto importante en la granulometría de los finos es que, si presenta demasiado material fino, nos da una idea del incremento en la cantidad del cemento, ya que aumentará la superficie específica a cubrir, si por el contrario es una arena gruesa nos da una idea de una posible segregación NTP 400.012.

Tabla 4 Requisitos granulométricos para el agregado fino

Tamiz	Límites Totales	% Que Pasa por los Tamices normalizados		
		C	M	F
3/8"	100	100	100	100
Nro. 4	89 a 100	95 a 100	85 a 100	89 a 100
Nro. 8	65 a 100	80 a 100	65 a 100	80 a 100
Nro. 16	45 a 100	50 a 85	45 a 100	70 a 100
Nro. 30	25 a 100	25 a 60	25 a 80	55 a 100
Nro. 50	5 a 100	10 a 30	5 a 48	5 a 70
Nro. 100	0 a 12	2 a 10	0 a 12*	0 a 12*

Fuente: ENRIQUE RIVVA LOPEZ, "Diseño de Mezclas"

#### 2.1.2.4 Módulo de fineza

El módulo de fineza es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado, se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3"; 1 1/2", 3/4"; 3/8"; N<sup>o</sup> 4; N<sup>o</sup> 8; N<sup>o</sup> 16; N<sup>o</sup> 30; N<sup>o</sup> 50; y N<sup>o</sup> 100, dividida entre 100.

Gran número de granulometrías de agregados fino o grueso, o de una combinación de ambos, pueden dar un módulo de fineza determinado. Esta es la principal desventaja del empleo de este factor, el cual se utiliza como un índice de control de uniformidad de

$$MF = \frac{\sum \% \text{Acum...Retenido}(1\ 1/2", 3/4", 3/8", N4, N8, N16, N30, N50, N100)}{100} \dots \text{Ec.02.02}$$

materiales (E. Rivva, 2000).

#### a) Módulo de fineza del agregado grueso

En el caso del agregado grueso, hallar un valor muy alto de módulo de fineza indicará que se trata de un agregado de altos porcentajes de material retenido en las mallas más gruesas, por lo tanto, al tener menor superficie específica que cubrir se reducirá la



cantidad de pasta de cemento, debiendo evaluar bien en función al tipo de estructura a vaciar (E. Rivva, 2000).

### **b) Módulo fineza del agregado fino**

En el caso del agregado fino este módulo de fineza tendrá que estar comprendido entre 2.35 y 3.15 con un máximo de  $\pm 0.2$ . Conociendo que el agregado fino actúa como un lubricante del agregado grueso, debemos evaluar este factor teniendo en cuenta que las arenas con un M.F. menor a 2.3 son muy finas, ocasionando mayor superficie específica, por lo tanto, mayor cantidad de pasta; y por el contrario si su M. F. es mayor a 3.10 son arenas gruesas con el peligro de ocasionar segregación, exudación y producir superficies ásperas. El agregado fino con un M.F. entre 2.2 a 2.8 produce concretos trabajables y con mínima segregación, y por último los agregados finos con M.F. entre 2.8 y 3.2 son recomendables para obtener altas resistencias (E. Riva, 2000).

#### **2.1.2.5 Superficie específica**

Es el área de La superficie de un conjunto de partículas, es la suma de las áreas superficiales de las mismas.

La característica numérica de la granulometría de agregados y, es importante porque permite comprender las relaciones y propiedades entre los agregados y la pasta de cemento. Si la granulometría de los agregados combinados se modifica de manera tal que la superficie específica varíe, puede obtenerse concretos de propiedades diferentes; pero si la granulometría del agregado combinado se modifica, pero manteniendo la superficie específica, se tendrán concretos de las mismas propiedades.

Cuando la superficie específica se incrementa La consistencia del concreto disminuye, por tanto, no es posible variar la superficie específica del agregado sin variar

la consistencia. Al ser más finas las partículas se incrementan la superficie específica y el agregado necesita más pasta para recubrir el área superficial total, sucediendo todo lo contrario si el agregado es más grueso.

En el cálculo generalmente se asume que todas las partículas del agregado son de forma esférica, lo cual de por sí, ya introduce un error, puesto que no considera la casi inevitable presencia en los agregados de partículas con formas largas o achatadas. Para estimar el valor de la superficie específica de una partícula, multiplicamos el porcentaje que representa por el diámetro medio de las aberturas por la que pasó y por la que es retenida. En un conjunto de tamaños seguimos los mismos pasos, pero para el cálculo final tendremos que sumar las superficies específicas de cada tamaño (E. Rivva, 2000).

*Tabla 5 Valores del diámetro medio de los tamices*

<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA(cm)</b>	<b>DIAMETRO PROMEDIO</b>
<b>3"</b>	7.62	
<b>2"</b>	5.08	6.35
<b>1 1/2"</b>	3.81	4.45
<b>1"</b>	2.54	3.18
<b>3/4"</b>	1.9	2.22
<b>1/2"</b>	1.27	1.59
<b>3/8"</b>	0.95	1.11
<b># 4</b>	0.48	0.715
<b># 8</b>	0.238	0.359
<b># 16</b>	0.119	0.179
<b># 30</b>	0.059	0.089
<b># 50</b>	0.0297	0.044
<b># 100</b>	0.0149	0.022
<b># 200</b>	0.0074	0.011
<b># 400</b>	0.0037	0.0056

*Fuente: Norma NTP 400.037*

La fórmula para calcular la superficie específica de un agregado es la siguiente:

$$\text{Superficie específica} = \frac{(0.06 \times P)}{G} \text{ cm}^2/\text{gr}$$

Donde:



$P$  = Superficie específica acumulada.

$G$  = Peso específico de la masa del agregado.

#### **2.1.2.6 Tamaño máximo**

Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.

En el RNC, podemos hallar algunos requisitos para el tamaño máximo del agregado, que no deberá ser mayor de:

1/5 de la menor dimensión entre las caras de los encofrados.

1/3 del peralte de la losa.

3/4 del espacio libre mínimo entre barras de refuerzo.

#### **2.1.2.7 Tamaño máximo nominal**

Corresponde al menor tamiz en el cual se produce el primer retenido.

#### **2.1.2.8 Material que pasa la malla Nro. 200**

Este factor es importante si el porcentaje es material arcilloso, orgánico u otro material dañino que pueda afectar la adherencia pasta-agregado, manteniendo un límite de 3 a 5% máximo Norma ASTM C 117.

#### **2.1.2.9 Partículas chatas y alargadas**

##### **a) Objetivo**

- Identificar el porcentaje de partículas chatas y alargadas que se encuentran en una muestra de agregado, así como el porcentaje de caras fracturadas.



- Identificar los inconvenientes de usar agregados con partículas alargadas y aplanadas en la elaboración de la mezcla.
- Analizar el porcentaje de partículas planas y alargadas haciendo buen uso de los implementos de laboratorio.

#### **b) Norma**

- ASTM 4791 “Partículas planas y alargadas”.
- ASTM D 5821 “Caras fracturadas”.
- MTC E210.
- NTP 400.040.

#### **c) Definición**

Este método de ensayo cubre la determinación de los porcentajes de partículas chatas y alargadas, partículas planas o partículas alargadas en agregado grueso. Partículas alargadas del agregado.

Son aquellas partículas del agregado que tiene una relación de largo a su diámetro mayor que un valor especificado.

#### **d) Partículas planas y alargadas del agregado**

Son aquellas partículas del agregado que tiene una relación de largo a su espesor mayor que un valor especificado.

#### **e) Partículas planas del agregado**

Son aquellas partículas del agregado que tiene una relación de ancho a espesor mayor de un valor especificado.



## **Largo**

La máxima dimensión de la partícula.

## **Espesor**

La mínima dimensión de la partícula, es la máxima dimensión del plano perpendicular al largo y ancho.

## **Ancho**

Es la dimensión intermedia de la partícula, es la máxima dimensión del plano perpendicular al largo y el espesor. El ancho es mayor que o igual al espesor.

## **f) Procedimiento de ensayo**

### **Materiales**

- Balanza de precisión para pesar las muestras realizadas durante los ensayos.
- Dispositivo de calibración proporcional para poder diferenciar las Partículas largas y achatadas.
- Tamices para poder separar las muestras y poder realizar los pesos de la muestra.

### **Procedimiento de campo**

Previo a estos dos ensayos, se debe realizar la granulometría de la muestra para conocer la curva granulométrica y los porcentajes.

## **g) Partículas fracturadas**

Tamizamos la muestra y preparamos agregado pasante de la malla  $\frac{3}{4}$  y retenido en la malla  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{8}$ " con pesos de 1200 y 300 respectivamente.



Este ensayo se realiza de manera subjetiva así que se debe tener mucho criterio, y separar las que dos caras fracturadas y 1 cara fracturada para luego pesarla y proceder al cálculo correspondiente.

#### **h) Partículas chatas y alargadas**

Según el tamaño de nuestros agregados separamos la cantidad representativa, para luego tamizar y hacer la granulometría (nuestro caso 2 kg) separando los retenidos en 1/2" y 3/8" para luego hacer la selección y medición.

Calibramos el dispositivo para que tenga una relación de 1/5 y empezamos a separar las que cumplen con esta relación entre largo y espesor y las que no y pesadas respectivamente Norma ASTM C 117.

## **2.2 Propiedades físicas y químicas de los agregados**

### **2.2.1 Propiedades físicas de los agregados**

#### **2.2.1.1 Peso específico y absorción del agregado grueso y fino**

Las Normas que regulan el método de ensayo son:

NTP 400.021 y la ASTM C-127 para el agregado grueso.

NTP 400.022 y la ASTM C128, para agregado fino.

Se entiende por peso específico del agregado a la relación existente entre el peso de éste y su volumen, entre los cuales podemos identificar tres tipos de volumen.

#### **Volumen real**

Es el que corresponde a la parte sólida del material.



### **Volumen neto**

Volumen relativo, es el volumen de los granos descontando el volumen de los poros capilares.

### **Volumen aparente**

Volumen elemental, es el volumen de los granos incluyendo los poros accesibles e inaccesibles.

Así dividiendo el peso seco del agregado grueso entre cada uno de los dos últimos tipos de volumen, obtendremos el peso específico seco, y el peso específico aparente que es el que se utiliza normalmente en los diseños de mezcla.

#### **a) Peso específico del agregado grueso**

El peso específico de los agregados, que se expresa también como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite, además el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales.

#### **b) Peso específico del agregado fino**

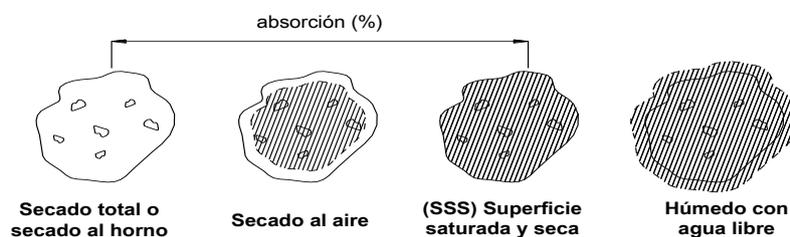
De acuerdo al EM 2000, MTC E 205 – 2000; PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS, el cual está basado en la norma ASTM C128

### 2.2.1.2 Porosidad y absorción de agregado grueso y fino

La Norma que presenta el método de ensayo para determinar el porcentaje de absorción de los agregados es la NTP 400.021 y la ASTM C-127 para agregado grueso, y NTP 400.022 y la ASTM C128 para agregado fino.

El volumen de los espacios (vacíos) presentes cercanas a la superficie del agregado (accesible) y dentro de los agregados (inaccesibles). Estos espacios son llamados poros, Y el volumen total de los agregados corresponde al volumen de los sólidos.

Algunos poros están totalmente dentro del agregado, pero otros se abren a la superficie, de modo que el agua puede penetrar en ellos. Cuando todos los poros del agregado están llenos de agua, se dice que está saturado y esta condición puede presentarse con humedad superficial en el agregado (agua libre) o sin ella, que sería la condición de saturado superficialmente seco, si dejamos secar la partícula al aire libre, la humedad de los poros cercanos a la superficie de la partícula se evapora. Un secado prolongado en el horno elimina eventualmente toda el agua del agregado, toda esta descripción la podemos apreciar en la figura (Rivva, 2010).



*Figura 3 Representación esquemática de la humedad del agregado*

La porosidad, la permeabilidad y la capacidad de absorción del agregado, influyen en la adherencia con la pasta de cemento, en la resistencia del concreto al congelamiento



y deshielo, en la estabilidad química, en la resistencia a la abrasión y en la gravedad específica (E. Rivva, 2000).

### 2.2.1.3 Contenido de humedad

La Norma NTP 339.185 y la ASTM C-566, es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso.Natural} - \text{Peso.sec o}}{\text{Peso.sec o}} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ec.02.03}$$

### 2.2.1.4 Peso unitario suelto y compacto del agregado grueso y fino

El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017. Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos, es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo, para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento (E. Rivva, 2000).

#### a) **Peso unitario seco suelto.**

Es aquel en el que se establece la relación peso/volumen dejando caer libremente desde cierta altura el agregado (5cm aproximadamente), en un recipiente de volumen conocido y estable. Este dato es importante porque permite convertir pesos en volúmenes y viceversa.



## **b) Peso unitario seco compactado.**

Este proceso es parecido al del peso unitario suelto, pero compactando en 3 capas cada uno con 25 golpes con la varilla de 3/4" en el molde, éste se usa en algunos métodos de diseño de mezcla como lo es el de American Concrete Institute.

### **2.2.2 Propiedades químicas**

En propiedades químicas podemos mencionar como sales que pueden estar presentes en los agregados son los sulfatos y los cloruros, que en porcentajes elevados pueden reaccionar con el agua o el medio ambiente, o los factores externos a los que esté sometido el concreto generando efectos nocivos en este.

#### **2.2.2.1 Contenido de cloruros**

El alto contenido de cloruros puede generar corrosión en el acero de refuerzo del concreto armado, pudiendo ser que el concreto este expuesto a aguas marinas con alto contenido de cloruros, la corrosión de acero de refuerzo presentes en el concreto se origina por la presencia exclusiva de oxígeno y humedad en las proximidades de las barras, pero la existencia de cloruros libres en el medio que las rodea es un desencadenante de proceso.

#### **2.2.2.2 Contenido de sulfatos**

El agregado puede estar con alto contenido de sulfatos puesto que es importante, al combinarse con aguas con altos porcentajes de sulfatos (como las aguas marinas), estas pueden producir expansión en la estructura interna del concreto hasta llegar a destruirlo, por lo que se tiene en cuenta que si la suma de los sulfatos presentes en el agregado más el agua de contacto; máximo deber ser de 600 ppm según la norma ASTM T290, los sulfatos inician la corrosión del acero.

*Tabla 6 Parámetros físicos, químicos para el concreto*

<b>Parámetros físico químicos</b>	<b>Norma</b>	<b>Und.</b>	<b>Como Max.</b>
Potencia de hidrogeno	ASTM C40	pH	8.5 min.
Sulfatos como SO4	ASTM T290	ppm	600
Sales solubles totales	NTP.339.178 Y ASTM T290	ppm	600
Materia orgánica	ASTM C40	ppm	5
Cloruros como CL	MTP- E-060	ppm	600

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### 2.2.2.3 Contenido de sales solubles

### 2.2.2.4 Sustancias dañinas

Se prescribe también que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos Siguietes:

*Tabla 7 Requisitos permisible*

<b>Descripción</b>	<b>Agregados</b>	
	<b>Fino</b>	<b>grueso</b>
Partículas delezables	3%	5%
Material más fino que el tamiz No 200	5%	1%
Carbón y lignito máx. %	5%	1%

*Fuente: Ana Torres c.*

### 2.2.2.5 Reacción álcali-sílice

Los álcalis en el cemento están constituidos por el óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción.

Existen pruebas de laboratorio para evaluar estas reacciones que se encuentran definidas en ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295 y que permiten obtener información para calificar la reactividad del agregado (Ana torres c, 2004).



### 2.2.2.6 Reacción álcali-carbonatos

Se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción.

Los procedimientos para la evaluación de esta característica se encuentran normalizados en ASTM C-586 (Ana torres c, 2004).

### 2.2.2.7 Propiedades físicas y químicas del agua

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse.

La Norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

*Tabla 8 Parámetros permisibles de agua*

<b>SUSTANCIAS DISUELTAS</b>	<b>MÁXIMOS</b>
Cloruros	300 PPm
Sulfato	300 PPm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	1500 ppm
PH	mayores de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

*Fuente ENRIQUE RIVA POPEZ diseño de mezclas pág.30*

Además, se debe tener en cuenta en su composición la presencia de ácidos, grasas, aceites y azúcares siendo extremadamente dañinas para el concreto.

Cuando la concentración de sales, especialmente cloruro exceda los límites



indicados en estas recomendaciones, se efectuarán ensayos de resistencia a la compresión a edades de 180 y 365 días.

No se permitirá en concretos presforzados el empleo de aguas que superen los límites de sales especificados.

Ni el olor ni el sabor son índices de la calidad del agua. Tampoco son los resultados de los ensayos de estabilidad de volumen.

Podrá utilizarse, previa autorización de la supervisión, aguas no potables si, además de cumplir los requisitos anteriores se tiene:

#### **Recomendaciones adicionales:**

- Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm.
- El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados. Igualmente lo estará de sales de potasio de sodio.
- Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de laboratorio, deberá ser aprobada por la supervisión.
- La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basará en resultados en los que se ha utilizado en la preparación del concreto el agua de la fuente elegida.

#### **a) Calidad de agua**

La calidad de agua a ser utilizada se deberá realizar ensayos comparativos empleando el agua en estudio y agua potable, manteniendo similitud de materiales y



procedimientos. Dichos ensayos se realizarán, de preferencia, con el mismo cemento que será usado.

En cuando las familias Puneñas utilizan agua potable para las construcciones de las viviendas hay que tener en cuenta en cuando el agua a utilizar o de que fuente es para la ejecución de dicha obra. Es por tanto para el presente proyecto es utilizado agua potable para todos los ensayos y así como también para la elaboración de briquetas.

Para los diferentes concretos como son de cantera Santa María y cantera de Cutimbo son utilizadas la misma calidad de agua o sea agua potable. Así como utilizan las familias Puneñas para sus respectivas mezclas para las construcciones de las viviendas familiares.

#### **b) Agua para el curado de concreto.**

Agua para el curado es muy importante para la mezcla como también lo es para el curado. Las impurezas como son la materia orgánica, cloruros, sulfatos etc. Estas sustancias pueden ser dañinas para el concreto. El curado en el presente proyecto se realizó en el laboratorio de Construcciones de la Universidad Nacional del Altiplano con previa inspección del técnico de laboratorio.

El curado de las briquetas se realizó con agua potable, pero estas briquetas han sido curados durante todo el día, durante todo el proceso necesario, debido a que las obras son curadas a la intemperie, generalmente la briqueta se somete bajo el agua en el laboratorio.



### 2.2.2.3 Materiales contaminantes del agregado

Podemos considerar cuatro clases principales de materiales contaminantes del agregado, y cuya presencia es inconveniente por los efectos adversos que producen en el concreto. Entre los materiales contaminantes tenemos:

- Limos y arcillas.
- Materia orgánica.
- Partículas débiles, ligeras y defectuosas.
- Sales inorgánicas.

#### a) Limos y arcillas

Se sabe que los materiales finos menores que 75  $\mu\text{m}$  (limos y arcillas), deberán estar presentes en una mínima cantidad en los agregados, estas cantidades están establecidas en las normas NTP 400.037 y ASTM C-33.

Entre el limo y la arcilla, se considera más perjudicial a la arcilla por su carácter plástico, la Norma NTP 400.018 y ASTM C-117, determinan el método de ensayo para la determinación de la cantidad de material fino.

#### b) Materia orgánica

Las cantidades máximas permisibles, están establecidas en la Norma NTP 400.037 y ASTM C-33, y el método de ensayo para determinar la cantidad de materia orgánica presente en el agregado, está determinado en la Norma NTP 400.024 y ASTM C-40, que básicamente es una evaluación cualitativa en base a la coloración consecuencia de la reacción de la materia orgánica con la solución de hidróxido de sodio al 3%.



El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica cuando se determine conforme el ensayo colorimétrico de (impurezas orgánicas) de carácter cualitativo, se deberá considerar satisfactorio. Mientras que el agregado fino que no cumpla con el ensayo anterior, podrá ser usado si al determinarse impurezas orgánicas, la resistencia a compresión medida a los 7 días no es menor de 95%.

**c) Partículas débiles, ligeras y defectuosas**

La norma NTP 400.037 y ASTM C-33, establecen los límites máximos permisibles para la presencia de estos materiales en el agregado y las Normas NTP 400.015 y ASTM C-142 (partículas friables y terrones de arcilla), y la Norma NTP ASTM C-123 (partículas ligeras), son las que establecen el método de ensayo para la determinación de las cantidades de partículas, ligeras y defectuosas presentes en el agregado.

Las partículas débiles, y ligeras y defectuosas son como material de calidad inadecuada a los esquistos y otros materiales de baja densidad ya que inducen una acción destructiva del concreto expuesto a la humedad, originadas por variaciones de volumen como resultado de cambios en las condiciones físicas.

**d) Sales solubles**

El método de ensayo para determinar las cantidades de sales solubles presentes en los agregados, en la Norma NTP 400.037 y ASTM C-33, hallamos los límites máximos permisibles de estas sales en las mezclas de concreto.

Las sales encontramos generalmente en los agregados naturales y pueden ser sulfatos o cloruros, son sales inorgánicas que ocasionalmente pueden hallarse como contaminantes de los agregados.



### **2.2.2.9 Análisis petrográfico**

#### **a. Generalidades**

La petrografía es una de las ramas de las ciencias geológicas, dedicado a la descripción científica y clasificación sistemática de las rocas, a partir de un análisis en el microscopio, en donde se utiliza la mineralogía óptica, que es una aplicación de la física de la luz al estudio de los minerales.

La petrografía combina la inspección visual con el examen microscópico usando el estereoscopio, el microscopio petrográfico y el microscopio metalográfico cuando así lo requiera. La interpretación de lo encontrado proporciona ayuda valiosa en el desarrollo de soluciones prácticas a los problemas que se presentan en las construcciones, y los ensayos están definidos por la norma ASTM C-295, se utiliza para determinar la presencia de minerales y sustancias que provocan reacciones con la pasta de cemento portland a corto, mediano y largo plazo.

#### **b. Uso de los análisis petrográficos**

Los ensayos petrográficos se realizan con los siguientes propósitos:

- Determinar las características físicas y químicas del material, que será observado para establecer el comportamiento de este según el uso al que será destinado.
- Describir y clasificar los componentes que tiene la muestra.
- Comparar muestras de agregados de uno o más bancos con muestras de bancos nuevos, estos datos deben estar disponibles en archivos.



### 2.2.3 Cemento

Se define como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forma una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como en el aire, y formar compuestos estables. Queda excluidas de esta definición la cal hidráulica, las cales aéreas y los yesos. (Rivva I,2004)

El cemento portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker, compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio, como una adición durante la molienda (Rivva I, 2004).

#### 2.2.3.1 Tipos de cemento

##### Cementos portland

Constituidos por Clinker Portland y la inclusión solamente de un determinado porcentaje de sulfato de calcio (yeso). Aquí tenemos según las Normas Técnicas:

**Tipo I:** Para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo.

**Tipo II:** Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

**Tipo III:** Para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales.

**Tipo IV:** Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.

**Tipo V:** Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.



### 2.2.3.2 Cemento portland tipo I

Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

$$\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$$

El cemento portland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad (NTP 334.009).

### 2.2.3.3 Materias primas del cemento portland

Las principales materias primas necesarias para la fabricación de un cemento portland son:

#### a. Materiales calcáreos

Deben tener un adecuado contenido de carbonato de calcio ( $\text{Co}_3\text{Ca}$ ), que será entre 60% a 80%, y no deberá tener más de 1.5% de magnesia. Aquí tenemos a las margas, cretas y calizas en general estos materiales suministran el óxido de calcio o cal.

#### b. Materiales arcillosos

Deben contener sílice en cantidad entre 60% y 70%. Estos materiales proveen el dióxido de silicio o sílice y también el óxido de aluminio o alúmina, aquí tenemos a las pizarras, esquistos y arcillas en general.



### c. Minerales de fierro

Suministran el óxido férrico en pequeñas cantidades. En algunos casos éstos vienen con la arcilla.

### d. Yeso

Aporta el sulfato de calcio.

### Nota

El yeso se añade al Clinker para controlar (retardar y regular) la fragua. Sin el yeso, el cemento fraguaría muy rápidamente debido a la hidratación violenta del aluminato tricálcico y el ferroaluminato tetracálcico.

*Tabla 9 Elementos y compuestos del cemento*

	SiO <sub>2</sub>	19 a 25%
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2 a 9%
<b>Óxido</b>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1 a 5%
	CaO	62 a 67%
	MgO	0 a 3%
<b>Yeso</b>	SO <sub>3</sub>	1 a 3%
<b>Alcalis</b>	K <sub>2</sub> O	0,2 a 1,3%
	Na <sub>2</sub> O	0,2 a 1,3%

*Fuente: DRA. ALESSANDRA E.F. de SOUZA A. Materiales de Construcción Parte I.*

*Pág. 42*

Al estar el Clinker en el proceso de enfriamiento se forman 4 compuestos principales basados en la composición de Bogue:



*Tabla 10 Compuesto principales del cemento*

<b>COMPUESTO</b>	<b>CONSTITUCIÓN QUÍMICA</b>	<b>FÓRMULA SILPLIFICADA</b>	<b>% MÁXIMO</b>
Silicato tricálcico	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C 3 S	42 a 60
Silicato bicálcico	2CaO.SiO <sub>2</sub>	C 2 S	10 a 35
Aluminato tricálcico	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C 3 A	6 a 13
Ferroaluminato tetracálcico	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C 4 AF	5 a 12

*Fuente: DRA. ALESSANDRA E.F. de SOUZA A. Materiales de Construcción Parte*

*Pág. 42*

#### **2.2.3.4 Características principales de los compuestos del cemento**

##### **C3S (Silicato tricálcico)**

El silicato tricálcico es el compuesto activo del cemento portland, que desarrolla una resistencia inicial y un calor de hidratación elevado, que puede provocar contracción en el concreto después del curado. Al reaccionar con el agua genera una mayor cantidad de hidrato cálcico (E. Rivva, 2000).

##### **C2S (Silicato bicálcico)**

El silicato bicálcico es el compuesto que aumenta la resistencia a largo plazo, generando un bajo calor de hidratación. El silicato bicálcico hidratado genera un 18% de calor de hidrato Cálcico (E. Rivva, 2000).

##### **C3A (Aluminato tricálcico)**

Aluminato tricálcico es el compuesto que posee un fraguado más rápido que el silicato tricálcico y un elevado calor de hidratación, este proceso se genera en la etapa inicial de fraguado, no es muy deseable su presencia en el cemento ya que reacciona al ataque de los sulfatos, pudiendo generar fisuras en el concreto. Su presencia es inevitable



ya que se forma en el proceso de enfriamiento del Clinker, la finura del cemento aumenta la proporción del C 3 A (E. Rivva, 2000).

#### **C4AF (Ferro-Aluminato tetracálcico)**

No contribuye a la resistencia, pero sí es más resistente a las aguas agresivas que el C 3 A, este compuesto es el que determinará con que velocidad se produce la hidratación, también actúa como fundente en el proceso de calcinación de los elementos.

#### **SO<sub>3</sub> (Yeso)**

El yeso se puede adicionar máximo en un 2 a 3%, el exceso de yeso genera Sulfoaluminato de calcio que produce pérdida en la resistencia mecánica, también el exceso de SO<sub>3</sub> que queda libre de combinarse con el Clinker, genera problemas de expansión (E. Rivva, 2000).

#### **MaO (Óxido de magnesio)**

Este compuesto se presenta en proporciones mínimas, pero un alto porcentaje de contenido de magnesio genera gran expansión después del fraguado, esto sucede porque el magnesio ha quedado sin combinarse en la formación del Clinker, está sobre cocido produciéndose este problema aun después de años.

#### **K<sub>2</sub>O y NaO (álcalis)**

Este compuesto puede generar problemas en la regulación del tiempo de fraguado y generar reacciones químicas entre los álcalis del cemento y de los agregados.



## **2.2.4 Diseño de mezclas**

### **2.2.4.1 Elección del cemento a emplear en los diseños de mezclas de concreto.**

Se utilizará los cementos Tipo I de la planta de Cementos Rumi 1P, debido a que es el cemento empleado en las distintas construcciones de la provincia de Puno.

### **2.2.4.2 Cemento portland tipo I**

Es utilizado para obras de concreto en general. Es elegido por su mayor utilización como en la Provincia de Puno como la ciudad de Puno, en tal razón es elegido este cemento. En la mayoría de las construcciones es utilizado en las viviendas familiares de la ciudad de Puno como en la Provincia de Puno es utilizado el cemento portland tipo IP, y es fácil de adquirir en las tiendas comerciales es tal razón en el presente proyecto es utilizado este tipo de cemento (E. Rivva, 2000).

Este tipo de cemento es de uso general en pavimentaciones, edificaciones, canales, aceras, etc.

### **2.2.4.3 Definición de las propiedades del concreto fresco**

Es importante rol que tiene los agregados en el concreto en muchos casos no es considerado por su bajo costo, estos son los mayores constituyentes de la unidad cúbica del concreto. El concreto es un material formado por agregados, agua, cemento que conforman una mezcla heterogénea, cuyo proceso de endurecimiento depende tanto de factores externos como internos. Las principales propiedades del concreto fresco son:

a.- Trabajabilidad.

b.- Exudación.



c.- Segregación.

### **a) Trabajabilidad**

Se define por trabajabilidad, es la propiedad del concreto al estado fresco esto es manipulable, transportable o darle forma a la forma deseada con un máximo de homogeneidad, así como para tener un acabado sin segregación. Viene a ser la facilidad de trabajo y selección de las proporciones de la mezcla, se reconoce que la trabajabilidad tiene la relación con el contenido de cemento en la mezcla dependiendo con las características granulométricas, como la relación de agregado grueso y fino y proporción del agregado en la mezcla con la cantidad de agua y aire.

- **La consistencia**

La consistencia del concreto es una propiedad que defina la humedad de la mezcla por el grado de fluidez con la que la mezcla de concreto se coloque en el encofrado, estando influenciado por la relación agua cemento, la finura del cemento, y el tamaño máximo del agregado; pero no determina en sí la trabajabilidad del concreto.

- **La prueba de asentamientos**

Se realiza el ensayo del cono de Abrams (Norma ASTM C 143-78), que permite saber si la mezcla está en un estado fluido, plástico o seco. Esta medida no determina la trabajabilidad de la mezcla, pero si nos permite controlar la homogeneidad de la mezcla, para las mismas condiciones de los materiales y de los factores externos.

Los concretos consistentes son definidas como aquellos los cuales tiene el grado de humedad necesario este tipo de concretos después de vibrado quede blanda y unida



Los concretos plásticos son definidos como aquellos que tienen agua necesaria para dar a la masa de una consistencia pastosa

Los concretos fluidos son aquellos que han sido amasados con tanto agua que la mezcla fluye como una pasta blanda estos concretos son de menor calidad originada por el exceso contenido de agua (E. Rivva, 2000).

- **Perdida de revenimiento**

Es una alteración de la consistencia de diseño, es decir una prematura rigidez en la mezcla debido a factores externos como el calor y el viento como también podemos mencionar factores internos como la finura del cemento o la puzolana o los agregados de alta capacidad de absorción.

## **b) Exudación**

Consiste en que parte del agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie del concreto recién colocado o durante el proceso de fraguado. El agua queda atrapada bajo las partículas más gruesas de agregado o del acero de refuerzo, lo cual genera zonas de baja adherencia, adicionalmente al subir deja pequeños caminos capilares que aumentan la permeabilidad del concreto.

## **c) Segregación**

Se define como la separación de los materiales que constituyen una mezcla heterogénea (como el concreto), de manera que su distribución deja de ser uniforme por falta de cohesión. Puede ser ocasionada por la diferencia de tamaño de las partículas y la granulometría de los agregados. Se puede presentar de modo tal que las partículas gruesas



tienden a separarse por desplazamiento sobre los taludes de la mezcla amontonada o porque se asientan más que las partículas finas por acción de la gravedad; generalmente ocurre en mezclas secas y poco cohesivas.

## **2.3 Propiedades mecánicas de los agregados**

### **2.3.1 Dureza (abrasión)**

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión, abrasión o, en general, el desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Entre las mejores rocas a emplear en concretos que deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión, figuran el cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

La determinación de la dureza de un agregado se hace sometiéndolo a un proceso de desgaste por abrasión, el ensayo más empleado es el conocido como el Método de Los Ángeles, realizado de acuerdo con lo especificado en la Norma ASTM C 131. Este método combina procesos de desgaste por abrasión y frotamiento (E. Rivva, 2000)

A continuación, presentamos los tipos de gradaciones a ensayar y las cargas abrasivas correspondientes, además de la forma de cálculo.

Tabla 11 Gradaciones de muestra de ensayo

Tamaño de tamiz mm(pul) (Abertura cuadrada)		Peso de los tamaños , g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
35,7 mm(1 1/2")	25,0 mm(1")	1250+- 25			
25,0 mm(1")	19,0 mm(3/4")	1250+- 26			
19,0 mm(3/4")	12,5 mm(1/2")	1250+- 27	2500+- 10		
12,5 mm(1/2")	9,50 mm(3/8")	1250+- 28	2500+- 10		
9,50 mm(3/8")	6,30 mm(1/4")			2500+- 10	
6,30 mm(1/4")	4,75 mm(nº 4)			2500+- 10	
4,75 mm(nº 4)	2,36 mm(nº 8)				5000+- 10
<b>Total</b>		5000+- 10	5000+- 11	5000+- 12	5000+- 13

Fuente: Norma NTP 400.019

Tabla 12 Cargas Abrasivas según Gradaciones

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
<b>A</b>	12	5000+-25
<b>B</b>	11	4584+-25
<b>C</b>	8	3330+-20
<b>D</b>	6	2500+-15

FUENTE: Norma NTP 400.019.

El material retenido luego de zarandear por el tamiz N°12. Es lavado, secado y pesado.

Para calcular el porcentaje de abrasión, se debe emplear la fórmula siguiente:

$$Abrasión = \frac{A - B}{A} \cdot 100 \dots\dots\dots Ec.02.04$$

Donde:

A = Es el peso inicial en gramos expresado en un decimal.

B = Es el peso final en gramos expresado en un decimal.



*Tabla 13 Requisitos de abrasión*

<b>Tipo de Resistencia Mecánica</b>	<b>%Máximo</b>
Abrasión (Método de los Ángeles)	50
Impacto	30

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### **2.3.2 Tenacidad**

Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material

### **2.3.3 Módulo de elasticidad**

El módulo de elasticidad es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

El módulo de elasticidad de los agregados se determina en muy contadas ocasiones. Sin embargo, desde que la deformación que experimenta el concreto es, parcialmente, una deformación del agregado, es razonable pensar que mayor será el módulo de elasticidad del concreto conforme aumenta el de los agregados que lo integran.

Es importante recordar que el valor del módulo de elasticidad del agregado tiene especial influencia sobre la magnitud del escurrimiento plástico y la contracción que pueden presentarse en el concreto (E. Rivva, 2000)



*Tabla 14 Valores de módulos elásticos*

<b>Tipo de agregado</b>	<b>Módulo de fineza</b>
Granitos	610000 Kg/cm <sup>2</sup>
Arenisca	310000 Kg/cm <sup>2</sup>
Calizas	280000 Kg/cm <sup>2</sup>
Diabasas	860000 Kg/cm <sup>2</sup>
Gabro	860000 Kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente: Ing. Ana Torres c.*

#### **2.3.4 Sanidad de los agregados**

La sanidad es la aptitud para que éste soporte la acción agresiva a que pueda exponerse el concreto que los contiene, especialmente la que corresponde al intemperismo, por lo que resulta evidente la relación entre la sanidad de los agregados y la durabilidad del concreto.

En sus inicios, la prueba de sanidad de los agregados con los sulfatos de sodio o de magnesio, se estableció para simular el efecto producido por el agua al congelarse en los poros del agregado. Sin embargo, se ha evidenciado que ésta prueba puede adaptarse para simular los efectos acumulados de los ciclos de saturación y secado y de calentamiento y enfriamiento, por lo cual ahora sus resultados se consideran útiles para estimar el comportamiento de los agregados al formar parte de concretos expuestos a toda clase de condiciones que ponen en riesgo su durabilidad.

Para evaluar el grado de sanidad en los agregados para concreto, la prueba más conocida es la de someter al agregado a un ciclo de inmersión y secado de muestras de agregados de distintos tamaños en una solución saturada de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Estos métodos de ensayo están establecidos en las Normas NTP 400.016 y la ASTM C-88.

En agregados con sistema de poros de textura gruesa o agregados con sistemas capilares interrumpidos por numerosos macro poros, no se ven afectados por la acción



del hielo, ya que los procesos disruptivos que se producen en su seno, como consecuencia del cambio de estado del agua, no son suficientemente importante para producir el deterioro del agregado, y por ende del concreto (E. Rivva, 2000).

### **2.3.5 Compresión simple de los agregados**

#### **2.3.5.1 Resistencia de la probeta**

La resistencia del concreto está definida como el máximo esfuerzo que puede soportar dicho material sin romperse. El concreto está diseñado para soportar esfuerzos a compresión la resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de calidad.

Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades de la concreta mejora al incrementarse esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra antes de fallar por compresión.

La Resistencia a la compresión de un concreto debe alcanzar a los 28 días 95 % de resistencia diseñada, después del vaciado y realizado curado respectivo. La resistencia de las probetas siempre estará en función de calidad de agregados, el diseño de mezclas adecuadas y personal capacitado del laboratorio, tanto como en la obra.

Esta propiedad del concreto endurecido está a su vez influenciada por varios factores como son:

- a). Relación agua/cemento.
- b). Tipo de cemento.
- c). Características de los agregados



d). Curado del concreto.

**a) Relación agua/cemento.**

Al diseñar la mezcla se debe tener en cuenta razones de exposiciones de concreto, a procesos de congelación deshielo a la acción de los suelos o aguas sulfatadas, para prevenir proceso de corrosión de acero de refuerzo. En estas relaciones de agua cemento existe una reacción química, como también se puede decir a menor factor de relación de agua cemento mayor será la resistencia final, y cuando mayor sea el factor de relación de agua cemento menor será la resistencia final.

La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento consiste en tomar muestras después del curado se somete a la prueba de compresión.

**b) Tipo de cemento**

En nuestro medio se comercializa el cemento portland tipo I que es el convencional, de desarrollo de resistencia rápida a edades tempranas y de baja resistencia al ataque de sulfatos, también se comercializan los cementos modificados con puzolanas que son de menor calor de hidratación, desarrollo de menor resistencia inicial, buen desempeño ante agentes destructivos y buen desempeño ante presencia de agua estos son los tipo IP (puzolánico) y IPM (puzolánico modificado) y finalmente, a pedido, se producen los de Tipo II de moderada resistencia a los sulfatos y moderada calor de hidratación y Tipo V de alta resistencia a los sulfatos.

**c) Característica del agregado**

La resistencia está en función de las características del agregado como son forma, angulosa, redondeado, y textura, porosidad, y la resistencia del mismo según las



experiencias realizadas, el diseño realizado con el agregado de piedra chancada o agregado artificial tiene un comportamiento mejor que con canto rodado.

#### **d) Curado de concreto**

El curado de concreto es uno de los factores muy importantes para alcanzar la resistencia deseada del concreto. Para el proceso de hidratación debe tenerse en cuenta la fuente de agua de donde se está utilizando para el curado puesto que el agua debe utilizarse con previa evaluación que podría estar con alto porcentaje de cloruros, sulfatos etc. Que estos podrían causar daños en el concreto para el cumplimiento de su vida útil.

Por otro lado, es importante la zona o regiones donde se realiza la obra para el proceso de hidratación, que también influye condiciones ambientales, así como las bajas temperaturas y como la humedad.

### **2.4 Propiedades térmicas**

#### **2.4.1 Coeficiente de expansión**

Cuantifica la capacidad de aumento de dimensiones de los agregados en función de la temperatura, depende mucho de la composición y estructura interna de las rocas y varía significativamente entre los diversos tipos de roca.

En los agregados secos es alrededor de un 10% mayor que en estado parcialmente saturado. Los valores oscilan normalmente entre  $0.9 \times 10^{-6}$  a  $8.9 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ .

#### **2.4.2 Calor específico**

Es la cantidad de calor necesaria para incrementar en un grado centígrado la temperatura. No varía mucho en los diversos tipos de roca salvo en el caso de agregados muy ligeros y porosos.



### **2.4.3 Conductividad térmica**

Es la mayor o menor facilidad para conducir el calor. Está influenciada básicamente por la porosidad siendo su rango de variación relativamente estrecho. Los valores usuales en los agregados son de 1.1 a 2.7 BTU/ pie.hr.°F.

### **2.4.4 Difusividad**

Representa la velocidad con que se pueden producir cambios térmicos dentro de una masa. Se expresa como el cociente de dividir la conductividad entre el producto de calor específico por la densidad.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Generalidades

##### 3.1.1 Metodología de investigación

###### 3.1.1.1 Tipo de investigación

La investigación a realizarse es de tipo básica porque va a resolver problemas de los concretos en beneficio de la sociedad.

###### 3.1.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación a ejecutarse es explicativo o experimental

##### 3.1.2 Diseño y método de investigación

###### 3.1.2.1 Diseño de investigación

Es un análisis comparativo de nivel descriptivo. Diseño: corte transversal.

Muestra → análisis → resultado

###### 3.1.2.2 Método de investigación

Para la exploración y localización de los bancos de materiales y fuentes de agua, se llevan a cabo por métodos exploratorios, como son: por reconocimiento corte directo y método experimental.

###### 3.1.2.3 Método estadístico.

Método de distribución normal o campana de gauss



### **3.1.3 Población y la muestra de la investigación**

#### **3.1.3.1 Población**

La población son las canteras de los ríos “Cutimbo y Santa Maria-Ilave”.

#### **3.1.3.2 Muestra y muestreo.**

La cantidad de muestra que se requirió, para el presente trabajo de investigación ha sido calculada en función a la cantidad de ensayos a realizar, y los kilos de muestra requerida para cada uno de los ensayos.

### **3.1.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.1.4.1 Técnicas**

Las principales técnicas que se utilizará en este estudio es ubicar bancos de materiales de la cantera “Cutimbo y Santa Maria-Ilave” son de mayor volumen, para realizar calicatas y obtener muestras en bolsas impermeables y limpias.

### **3.1.5 Costo del trabajo de investigación**

El costo para la realización del presente trabajo de investigación es asumido en su totalidad por el Tesista.

### **3.1.6 Ubicación de la cantera Cutimbo**

Esta cantera está ubicada en el distrito de Pichacani en la Provincia de Puno y región Puno. Se encuentra en el kilómetro 24 de la carretera Puno-Moquegua.

Su posición geográfica de Cutimbo es:

#### **Calicata C-01**

Latitud : 16° 1'59.17" S  
Longitud : 69° 58'42.26" O

**Calicata C-02**

Latitud : 16° 1'52.19" S  
Longitud : 69° 58'31.38" O

**Calicata C-03**

Latitud : 16° 1'49.60" S  
Longitud : 69° 58'18.21" O  
Altitud : 3900 msnm  
Ubicación : Km. 24+000 de la Ciudad Puno.  
Acceso : 2500 m. desde la carretera  
Tipo de Material : de río.



*Figura 4 Ubicación de la cantera Cutimbo C-01, C-02, C-03.*

Esta cantera está ubicada en el distrito de Ilave (Santa María) en la Provincia de Collao y región Puno. Se encuentra a 48 km de la ciudad de Puno.

**Cantera : Santa María**

**Calicata C-01**

Latitud : 16° 7'53.37" S

Longitud : 69° 41'8.66" O

### **Calicata C-02**

Latitud : 16° 7'25.30" S

Longitud : 69° 40'44.74" O

### **Calicata C-03**

Latitud : 16° 6'55.82" S

Longitud : 69° 40'12.67" O

Ubicación : Km 2+000 del tramo de la pista

Lado : Derecho.

Acceso : 2000 m. desde la carretera asfaltada.

Usos : Agregado natural, chancado para base y sub base, concretos y asfaltos.



*Figura 5 Ubicación de la cantera Santa María C-01, C-02, C-03.*

## **3.1.7 Extracción y tamaño de las muestras de las canteras**

### **3.1.7.1 Cantera Cutimbo**

El proceso de muestreo se realizó tomando en consideración las Normas NTP 400.010. Para obtener una muestra del material sin clasificar in situ del lecho del río



Cutimbo se excavó 03 calicata, en una zona no alterada por la explotación con una profundidad de 0.7 a 1.00 m en la que se llegó al nivel freático, de donde se extrajo 280 Kg como muestra parcial de los cuales sólo 200 Kg. Se transportaron a la ciudad de Puno para ser ensayados en el Laboratorio de Construcciones.

El área para la extracción de muestras es de 14050 m<sup>2</sup> para la cantera Cutimbo y una potencia neta aprovechable en cantera de 8851.50 m<sup>3</sup>

Área explotable	: 14050 m <sup>2</sup>
Vol. bruto explotable	: 11240 m <sup>3</sup>
Potencial neto explotable	: 8851.50 m <sup>3</sup>
Rendimientos est.	: 90 %
Periodo de explotación	: época de estiaje.
Utilización	: para viviendas familiares.
Proyecto	: de Tesis

### 3.1.7.2 Cantera Santa María

El proceso de muestreo se realizó tomando en consideración las Normas NTP 400.010. Para obtener una muestra del material sin clasificar in situ del lecho del río cantera Santa María se excavó 03 calicata, en una zona no alterada por la explotación con una profundidad de 0.7 a 1.00 m en la que se llegó al nivel freático, de donde se extrajo 280 Kg como muestra parcial de los cuales sólo 200 Kg. Se transportaron a la ciudad de Puno para ser ensayados en el Laboratorio de Construcciones de la Universidad Nacional Del Altiplano.



El área para la extracción de muestras es de 12250 m<sup>2</sup> para la cantera Santa María y una potencia neta Aprovechable en cantera de 7031.50 m<sup>3</sup>

Area explotable	: 12250 m <sup>2</sup>
Volumen bruto explotable	: 9800 m <sup>3</sup>
Potencia neta explotable	: 7031.50 m <sup>3</sup> .
Eficiencia	: 70% para concretos y 30% para Asfaltos.
Tratamientos	: Empieza de cobertura superficial 0.8m, Zarandeo y selección
Disponibilidad	: propiedad privada, pertenece a la comunidad
Periodo de explotación	: Todo el año

### **3.2 Ensayos físicos y químicos de los agregados**

#### **3.2.1 Ensayos físicos de los agregados**

##### **3.2.1.1 Ensayo granulométrico de los agregados finos y gruesos de las canteras**

###### **Cutimbo y Santa María**

El presente ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 204 – 2000; ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS, el cual está basado en la norma ASTM. C136

#### **a) Materiales utilizados**

- Balanza con aproximación a 0.1% del peso del material ensayado.
- Tamices normalizados (1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, base y tapa)
- Horno a 105 +/- 5°C



## **b) Procedimiento**

- Se separa el material por la malla N°4, el retenido será agregado grueso y el fino será el que pase este tamiz.

- Una vez obtenido el material seco y libre de impurezas se vierte en el juego de tamices y se comienza el proceso con ligeros golpes y girando el conjunto hasta obtener peso constante en cada tamiz.

- Para el agregado grueso, por ser mayor la cantidad, el total de la muestra se pasará por cada tamiz.

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

### **3.2.1.2 Ensayo de porcentaje de chatas y alargadas de los agregados de las canteras**

#### **Cutimbo y Santa María**

##### **a) Materiales**

- Balanza de precisión para pesar las muestras realizadas durante los ensayos.

- Dispositivo de calibración proporcional para poder diferenciar las partículas largas y achatadas.

- Tamices para poder separar las muestras y poder realizar los pesos de la muestra.

##### **b) Procedimiento**

- Previo a estos dos ensayos se debe realizar la granulometría de la muestra para conocer la curva granulométrica y los porcentajes.

- Según el tamaño de nuestros agregados separamos la cantidad representativa para luego tamizar y hacer la granulometría (nuestro caso 2 kg) separando los retenidos en 1/2” y 3/8” para luego hacer la selección y medición.



- Calibramos el dispositivo para que tenga una relación de 1/5 y empezamos a separar las que cumplen con esta relación entre largo y espesor y las que no y pesadas respectivamente.

### **3.2.1.3 Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso y fino de las canteras Cutimbo y Santa María**

Este ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 108 – 2000; “MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO”, el cual está basado en la norma ASTM D2216.

#### **a) Materiales utilizados**

- Balanza con precisión a 0.1% del peso de la muestra ensayada.
- Taras
- Horno a 105 +/- 5°C

#### **b) Procedimiento**

- Se cuartea el material para tomar una muestra representativa, se coloca la muestra en envases previamente tarados.
- Se registra el peso de la tara más el material “húmedo” y se lleva al horno por 24 horas a 105 +/- 5°C; pasado este tiempo, y luego del enfriado, se procede a pesar el material seco.
- Se toman 3 muestras para sacar un promedio para que el ensayo sea más aproximado.

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100$$

W = contenido de humedad



### **3.2.1.4 Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino de las canteras Cutimbo y Santa María**

Se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 205 – 2000; PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS, el cual está basado en la norma ASTM C128.

El método de ensayo de gravedad específica o densidad relativa, cubre la determinación de la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado grueso, no incluyendo el volumen de vacíos entre las partículas.

#### **a) Materiales utilizados**

- Balanza.
- Picnómetro.
- Molde cónico (cono de absorción).
- Varilla para apisonado metálica.
- Bandejas.
- Equipo que proporcione calor a una intensidad moderada.

#### **b) Procedimiento**

- Se selecciona una muestra de 1 kg. Aproximadamente, asegurándose que es el material pasante de la malla N° 4, a continuación, este material se sumerge en el agua por un periodo de 24 horas para lograr su saturación.
- Una vez saturado, se decanta cuidadosamente el agua y comienza el proceso de desecado, poniendo el material fino en un recipiente metálico y suministrándole calor a



través de una cocinilla eléctrica graduable tratando, todo el tiempo, de que este proceso sea homogéneo y constante.

- A continuación, se toma el material y se rellena el tronco de cono cuidadosamente y se apisona sin mayor fuerza con 25 golpes en cada capa sobre la superficie, se retira el cono y se verificará el primer desmoronamiento lo cual indica el estado saturado superficialmente seco (S.S.S.) del agregado, que es el objetivo de esta sección del ensayo.

- Se toma el material resultante del proceso anterior y se introduce una cantidad adecuada, en el picnómetro previamente tarado y se determina su peso; en seguida se llena de agua hasta un 90% aproximadamente de su capacidad y se retira el aire atrapado girando el picnómetro y sometiéndolo a baño maría.

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

Peso específico de la masa (PEM)

$$PEM = \frac{C}{E - (A - B)} \dots\dots\dots Ec.03.01$$

Peso específico de masa saturado con superficie seca (PESSS):

$$PESSS = \frac{D}{E - (A - B)} \dots\dots\dots Ec.03.02$$

Absorción

$$Absorción = \frac{D - C}{C} \times 100 \dots\dots\dots Ec.03.03$$

A = Peso del Picnómetro + muestra superficialmente seca + agua en gramos.



$B$  = peso de la muestra superficialmente seca + agua en gramos.

$C$  = Peso de la muestra seca al horno en gramos.

$D$  = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (PESSS) en gramos.

$E$  = Volumen del Picnómetro.

### **3.2.1.5 Peso específico y absorción de los agregados gruesos de las canteras Cutimbo y Santa maría**

El presente ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 206 – 2000; peso específico y absorción de los agregados gruesos, el cual está basado en la norma ASTM C127.

#### **a) Materiales utilizados**

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

#### **b) Procedimiento**

De acuerdo al MTC E 206 se obtiene una muestra representativa de 3kg para un TMN de 1”, la cual se satura por 24 horas, en seguida se retira el agregado cuidadosamente y se vierte sobre un paño absorbente.

- Seguidamente para obtener su estado saturado superficialmente seco mediante secado manual, se toma cierto porcentaje de la muestra S.S.S., aproximadamente 600gr, se pesa y se introduce este material a un recipiente que está sumergido en agua y que depende de una balanza de precisión adecuada, se determina su peso sumergido y a



continuación este mismo material se seca en un horno por 24 horas y se determina, también, su peso seco.

Peso específico de la masa (PEM)

$$PEM = \frac{A}{B - C} \dots\dots\dots Ec.03.04$$

Peso específico de masa saturado con superficie seca (PESSS):

$$PESSS = \frac{B}{B - C} \dots\dots\dots Ec.03.05$$

Absorción

$$Absorción = \frac{B - A}{A} \times 100 \dots\dots\dots Ec.03.06$$

A = Peso de la muestra seca al horno (g).

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g).

C = Peso de la muestra saturada dentro del agua + canastilla (g).

### 3.2.1.6 Ensayo de peso unitario y porcentaje de vacíos de los agregados de Cutimbo y Santa María

Se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 203 – 2000; PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS, el cual está basado en la norma ASTM C29.

Este ensayo nos permite conocer el peso unitario del agregado en su condición compactada o suelta, y calcular los huecos entre las partículas en una masa de agregado grueso, el tamaño del agregado tiene que estar por debajo de 5 pulgadas (125mm).

#### a) Materiales utilizados

- Balanza
- Varilla compactadora



- Recipientes de volúmenes adecuados.

**b) Procedimiento**

- De acuerdo a la normatividad del ASTM C 31M – 03A, Se elige un molde de dimensiones adecuadas de 15.24 cm x 30.48 cm aproximadamente y el TMN del agregado, por ser el más aproximado a las recomendaciones del ensayo. Se determina su peso y dimensiones de tal manera que se pueda lograr su volumen.

- Para determinar el peso unitario compactado por apisonado del agregado se deberá colocar el material en 03 capas de igual volumen, de tal manera que colmen el molde; cada capa recibe un total de 25 golpes con el apisonador sin que este choque a la base o altere capas inferiores de agregado, finalmente se enrasa el molde con el mismo apisonador y se pesa el molde más agregado.

- Para determinar el peso unitario suelto del agregado, el procedimiento es similar, más en este caso no se utiliza el apisonador, solo se deja caer la muestra desde una altura no mayor a 2” desde el borde superior con una herramienta adecuada que puede ser una cuchara, se enrasa y pesa como en el caso anterior.

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

Peso Unitario Suelto

$$PUS = \frac{B - A}{C} \dots\dots\dots Ec.03.07$$



### Peso Unitario Compacto

$$PUC = \frac{B - A}{C} \dots\dots\dots Ec.03.08$$

Donde:

A = Peso del recipiente (g)

B = Peso del recipiente + Peso de la muestra (g)

C = Volumen del recipiente (cm<sup>3</sup>)

### 3.2.2 Ensayos químicos de los agregados

Los ensayos químicos de los agregados de las canteras de Cutimbo y Santa María se han realizado en el laboratorio de control de calidad de la Facultad de Ingeniería Química, los métodos se presentan en la tabla 3.1.

*Tabla 15 Resultados químicos de los agregados*

	<b>Unidad</b>	<b>Métodos</b>
Potencia de hidrogeno	pH	Potenciómetro
Conductividad eléctrica	µs/cm	Potenciómetro
Cloruros como CL	ppm	Mohor
Sulfatos como SO4	ppm	Espectrofotometría
Sales solubles totales	ppm	Calorimetría
Materia orgánica	%	Walkeley - Black
	<b>Unidad</b>	<b>Métodos</b>
Potencia de hidrogeno	pH	Potenciómetro
Conductividad eléctrica	µs/cm	Potenciómetro
Cloruros como CL	ppm	Mohor
Sulfatos como SO4	ppm	Espectrofotometría
Sales solubles totales	ppm	Calorimetría
Materia orgánica	%	Walkeley - Black

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### 3.2.3 Ensayos petrográficos de agregados

Los ensayos petrográficos de los agregados de las canteras de Cutimbo y Santa María se ha realizado en Megalaboratorio de Geoquímica Ambiental suelos y Aguas



Minerales Electroscopia ICP Microscopía óptica, de la Facultad de Ingeniería Geológica y Metalurgia de la UNAP, los métodos y resultados son los siguientes:

### **3.2.3.1 Métodos de estudios petrográficos**

En el estudio de las rocas se ha desarrollado una asombrosa y compleja metodología y técnicas, entre las que podemos citar tenemos:

Ensayos de sección delgada, análisis por difracción de rayos-X, espectropía infrarroja, análisis diferencial térmico. El responsable de los ensayos petrográficos debe seleccionar las técnicas de estudio de acuerdo con los objetivos específicos del problema de estudio y limitaciones económicas, el estudio cuidadoso de las técnicas disponibles permite mejor selección en términos de la relación costo beneficio para lograr los objetivos propuestos para analizar la petrografía de los agregados de las canteras “Cutimbo y Santa María” se procede por el ensayo de sección delgada.

El método más difundido es el de sección delgada que dicho sea de paso se aplicó en la realización del presente trabajo. Este método se basa esencialmente en la cristalografía óptica, aprovechando las propiedades anisotrópicas de los minerales, que se manifiestan como constantes ópticas.

### **3.2.3.2 Aplicación del método de sección delgada**

Consiste en la observación de pequeñas secciones de roca o minerales 40x25x0.030 mm, por medios microscópicos con la utilización de un microscopio petrográfico, es el método más difundido para la realización de estudios petrográficos.

EL microscopio petrográfico ha sido utilizado desde mediados del siglo XIX, por los geólogos para entender e interpretar la génesis y mineralogía de las rocas, el



microscopio petrográfico convencional está diseñado, para analizar mediante luz transmitida y polarizada secciones delgadas y pulidas de rocas y minerales de menos de 0.025 mm montadas sobre una lámina de vidrio. Es la herramienta por excelencia de la petrografía.

## **a) Materiales y equipos**

### **Equipos**

- Petrótomo.
- Desbastadora.
- Microscopio petrográfico binocular.
- Equipo de microfotografía.
- Cocina eléctrica.

### **Materiales**

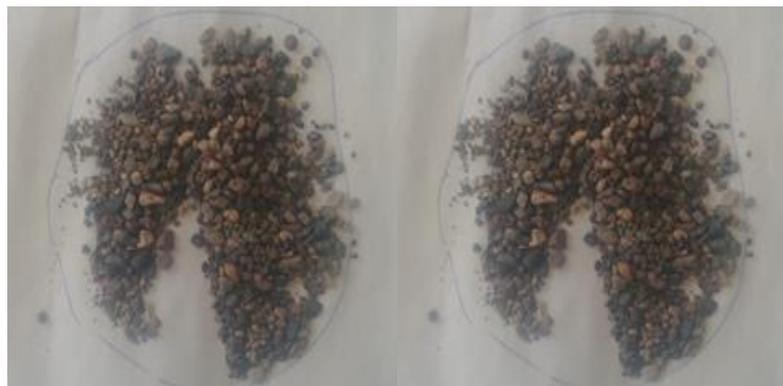
Muestras de fragmentos de rocas o minerales de las canteras de “Cutimbo y Santa maría” a estudiar.

Abrasivos (carburo de silicio N° 120, 400, 600, 1000 y 1200).

- Resina epóxica marca buehler.
- Endurecedor marca buehler.
- Porta objeto de vidrio.
- Cubre objetos.
- Placa de vidrio.

## b) Procedimiento metodología para la preparación de secciones delgadas.

Preparación de secciones delgadas, las muestras de cantera de agregados se han procedido lavar para quitar el polvo que dificulta en la impregnación, estos agregados son fragmentos líticos de diversos tipos de rocas, para lo cual sea procedido con el lavado, secando al medio ambiente como se ve en la figura 3.3.



*Figura 6 Muestras de agregados de Cutimbo y Santa María*

Preparado del aglutinante ha sido de resina Epofix Resin y el endurecedor Epofix Hardener en una relación de 15 partes de resina por 2 del endurecedor.



*Figura 7 Aditivos utilizados en La elaboración de la sección delgada*

La mezcla se coloca en el molde y fue llevado al horno, a una temperatura de 30 °C aproximadamente para dejarlo secar 30 min en promedio.



*Figura 8 Molde para la elaboración de secciones delgadas con curación y pulidas*

Cortado del molde, una vez obtenida la muestra seca se pasó a hacer un primer corte con la cortadora petrográfica gruesa (Mason Mite – II) y luego con la cortadora fina semiautomática de la marca Buehler.



*Figura 9 Cortadora de muestras semiautomático para la elaboración de secciones delgadas y pulidas*



*Figura 10 Muestra cortada dentro de las medidas para realizar el pegado en la lámina*

Procedimiento para el desbastado y pulido, durante este proceso se pasa al desbaste de la muestra pegada con anterioridad en la lámina hasta llegar por lo menos las 35  $\mu\text{m}$  con las mallas de 220  $\mu\text{m}$  y 500  $\mu\text{m}$ , las cuales están compuestas por puntas adiamantadas que facilitan este proceso.

El grosor de la muestra final debe llegar a las 30  $\mu\text{m}$ , es decir las últimas 5  $\mu\text{m}$  serán pulidas con los paños y pulidos y el líquido adiamantado con partículas de 1000  $\mu\text{m}$ .



*Figura 11 Desbastadora y pulidora de secciones delgadas y pulidas, marca Struers*



*Figura 12 Resultado final de las muestras de Ilave (Il- 01, Il-02) y de las muestras de Cutimbo (Cut-01, Cut-02).*

Hasta lograr el translucido de la lámina para después describir en el microscopio polarizante de la marca Leica para secciones delgadas.



*Figura 13 Microscópico óptico petrográfico de la marca Leica modelo ICC50 W*

### **3.2.4 Diseño de mezclas**

#### **3.2.4.1 Método de comité 211 del ACI (American Concrete Institute).**

El diseño de mezclas se ha realizado por el método del Comité 211 del ACI (American Concrete Institute), buscando así obtener una mejor combinación de los agregados grueso y fino (en función de sus propiedades de los agregados).

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

Secuencia del método de ACI

#### **a). Cálculo de la resistencia promedio requerida**

Esta resistencia va a estar en función a la experiencia del diseñador o la disponibilidad de información que tenga el mismo, pero siempre vamos a tener que diseñar para algo más de resistencia, de tal manera que solo un pequeño porcentaje de las muestras (normalmente el 1%, según el ACI) puedan tener resistencias inferiores a la especificada, también proporciona las siguientes ecuaciones:



$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 s \dots\dots\dots Ec03.09$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 s-35 \dots\dots\dots Ec03.10$$

Para el diseño se toma mayor valor del resultado de estas ecuaciones.

Cuando no contamos con datos estadísticos suficientes (menos de 15 ensayos), para este caso el Comité del American Concrete Institute o Institución Americana de Concreto (ACI) nos indica aplicar la Tabla N° 3.2 para determinar el  $f'_{cr}$ .

*Tabla 16 Resistencia promedio*

$f'_c$	$f'_{cr}$
Menos de 200	$f'_{cr}+70$
210 a 350	$f'_{cr}+84$
Sobre 350	$f'_{cr}+98$

*Fuente: Enrique Rivva lopez,*

- $f'_c$ : Resistencia a la compresión especificada (Kg/cm<sup>2</sup>).
- $f'_c$  : Resistencia a la compresión requerida (Kg/cm<sup>2</sup>).

**b). Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso (TNM)**

La mayoría de veces son las características geométricas y las condiciones de refuerzo de las estructuras las que limitan el tamaño máximo del agregado que pueden utilizarse, pero a la vez existen también consideraciones a tomar en cuenta como la producción, el transporte y la colocación del concreto que también pueden influir en limitarlo.

El TNM del agregado grueso no deberá ser mayor de uno de estos puntos:

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados.
- 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de presfuerzo.



- 1/3 del peralte de las losas.

Estas limitaciones a menudo se evitan si la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto puede colocarse sin dejar zonas o vacíos.

### c). Selección del asentamiento

Si el asentamiento no se encuentra especificado entonces se puede partir con los valores indicados en la Tabla N° 3.3 de acuerdo al tipo de estructura

*Tabla 17 Clase de mezclas según el asentamiento*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
Seca	0"- 2"
Plástica	3"- 4"
Fluida	≥5"

*Fuente: Ing. Flavio Abanto Castillo "Tecnología de concreto" pág. 64*

### d). Determinación del contenido de aire

El ACI 211 establece una tabla que proporciona aproximadamente el porcentaje de contenido de aire atrapado en una mezcla de concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. La Tabla N° 3.4 indica la cantidad aproximada de contenido de aire atrapado que se espera encontrar en concretos sin aire incluido.

Durante el proceso de mezclado una pequeña cantidad de aire, del orden del 1%, es aportada por los materiales y queda atrapada en la masa del concreto, no siendo eliminada por los procesos de mezclado, colocación y compactación. Los espacios que este aire forma en la masa del concreto se conocen como poros por aire atrapado. Son parte inevitable de toda la pasta, para estimar el aire atrapado mostramos la siguiente tabla.

*Tabla 18 Contenido de aire atrapado*

<b>Tamaño máximo nominal</b>	<b>Aire atrapado</b>
3/8"	3%
1/2"	2.5%
3/4"	2%
1"	2%
1 1/2"	1%
2"	1%
3"	0.30%
6"	0.20%

*Fuente: Enrique Rivva lopez (diseño de mezclas) pág. 89*

#### **e). Determinación del volumen de agua**

La cantidad de agua (por volumen unitario de concreto) que se requiere para producir un asentamiento dado, depende del tamaño máximo de agregado, de la forma de las partículas y gradación de los agregados y de la cantidad de aire incluido. La Tabla N° 3.5 proporciona, estimaciones de la cantidad de agua requerida en la mezcla de concreto, en función del tamaño máximo de agregado y del asentamiento con aire incluido y sin él. Según la textura y forma del agregado, los requisitos de agua en la mezcla pueden ser mayores o menores que los valores tabulados, pero estos ofrecen suficiente aproximación para una primera mezcla de prueba. Estas diferencias de demanda de agua no se reflejan necesariamente en la resistencia, puesto que pueden estar involucrados otros factores compensatorios. Por ejemplo, con un agregado grueso angular y uno redondeado, ambos de buena calidad y de gradación semejante, puede esperarse que se produzcan concretos que tengan resistencias semejantes, utilizando la misma cantidad de cemento, a pesar de que resulten diferencias en la relación a/c debidas a distintos requisitos de agua de la mezcla. La forma de la partícula, por si misma, no es un indicador de que un agregado estará por encima o por debajo del promedio de su resistencia.

Para calcular el volumen de agua tiene muchos factores como son la capacidad de absorción de los agregados, también se ve el factor del clima entre otros, si el volumen

de agua no es adecuado como el diseño, entonces cambiará la consistencia de la mezcla, para estimar el volumen de agua nos proporciona siguiente tabla 3.5.

*Tabla 19 Volumen unitario de agua*

Asentamiento	Agua, en l/m <sup>3</sup> , para tamaños máx., nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concreto 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	...
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

*Fuente: Enrique Rivva Lopez*

#### **f). Determinación de la relación agua/cemento (a/c)**

La relación a/c requerida se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por los factores como la durabilidad y propiedades para el acabado. Puesto que distintos agregados y cementos producen generalmente resistencias diferentes con la misma relación a/c, es muy conveniente conocer o desarrollar la relación entre la resistencia y la relación a/c de los materiales que se usaran realmente.

La relación de agua cemento, de diseño, que es el valor a seleccionar de la tabla, se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco.

Para condiciones severas de exposición, la relación a/c deberá mantenerse baja, aun cuando los requisitos de resistencia puedan cumplirse con un valor más alto. Las Tabla N° 3.6 muestran estos valores límites.



*Tabla 20 Relación agua/cemento por resistencia*

f'c 28 días	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

*Fuente: Enrique Rivva Lopez*

### g). Cálculo del contenido de cemento

Es decir, la cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua de mezclado dividido entre la relación agua/cemento (Ec 03.11).

$$\text{Contenido de cemento en Kg/m}^3 = \frac{\text{Agua de mezclado}}{\text{relacion a/c}} \text{Ec. 03.11}$$

### h). Estimación del contenido de agregado grueso

Los agregados de esencialmente el mismo tamaño máximo y granulometría, producirán concreto de satisfactoria trabajabilidad, cuando un volumen dado de agregado grueso seco y compactado, es empleado por unidad de volumen de concreto.

La Tabla N° 3.7. nos proporciona valores aproximados para estos volúmenes de agregado, como puede observarse, para similar trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, depende solamente de su tamaño máximo y del módulo de fineza del agregado fino.

*Tabla 21 Peso del Agregado grueso por unidad del volumen del concreto*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad del volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino.			
	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
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Fuente: Enrique Rivva lopez (diseño de mezclas) pág. 105*

El peso seco del agregado grueso por metro cubico de concreto, en base al volumen seco y compactado del mismo, es igual al valor obtenido de la Tabla N° 3.7 multiplicado por el peso unitario seco y compactado del agregado grueso.

$$\left[ \begin{array}{c} \text{Cantidad del agregado} \\ \text{grueso (Kg)} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{Volumen del agregado} \\ \text{grueso en m}^3 \text{ (tabla)} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{c} \text{P. U. seco compactado} \\ \text{del agregado grueso } \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) \end{array} \right]$$

*Ec. 03.12*

#### **i). Estimación del contenido de agregado fino**

Existen 2 métodos para la determinación del contenido de agregado fino, ambos se basan en el hecho de que, una vez concluido el paso anterior, todos los ingredientes a excepción del agregado fino son conocidos por metro cubico de concreto, pudiendo hallarse el mismo por diferencia, empleando el método de los pesos o el método de los volúmenes. Es decir:

$$\left[ \begin{array}{c} \text{Cantidad del agreg} \\ \text{fino (Kg)} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{Peso del} \\ \text{concreto (Kg)} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{Peso del agregado} \\ \text{grueso (Kg)} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Peso del} \\ \text{cemento (Kg)} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Peso del agua} \\ \text{mezclado (Kg)} \end{array} \right]$$

*Ec. 03.13*

#### **j). Valores de diseño**

Las cantidades de los materiales a ser empleadas como valores de diseño serán,



cemento, agua de diseño, agregado fino seco, agregado grueso seco.

#### **k). Corrección por humedad del agregado**

Las proporciones de los materiales que integran la unidad cúbica de concreto, debe ser corregida en función de las condiciones de humedad de los agregados fino y grueso, a fin de obtener los valores a ser utilizados en obra

#### **l). Proporción en peso**

Las proporciones en peso de los materiales sin corregir, y ya corregida por humedad del agregado.

#### **m). Peso por tanda de un saco**

Para conocer la cantidad de materiales que se necesita en una tanda de un saco, es necesario multiplicar la proporción en peso, ya corregido por humedad del agregado, por el de un saco de cemento.

### **3.2.4.2 Elaboración del Concreto**

#### **a) Materiales utilizados**

- Cono de abrams.
- Bandejas.
- Balanza.
- Herramientas manuales.
- Mezcladora de 4.5 p<sup>3</sup>.
- Moldes para vaciado de probetas cilíndricas - ASTM C31 (Anexo B).
- Varilla lisa de 5/8” para el apisonado.



## **b) Procedimiento**

El procedimiento consistente con la norma ASTM C31 (Anexo B), Teniendo el diseño de mezcla, se procedió a la elaboración de concreto para el vaciado del mismo en todos los moldes necesarios para realizar los ensayos contemplados a fin de cumplir con los objetivos de la presente investigación, se describe a continuación:

- Se ha pesado cada uno de los materiales como, agregado fino y grueso, cemento y agua, para la elaboración de concreto

- Se preparó todos los moldes considerados para el vaciado de la tanda mezclada, además fue preparada también la mezcladora.

- En mezclado de materiales se procede en la mezcladora, la secuencia del mezclado de los agregados fue la siguiente, el primero el agua parcial después los agregados y cemento sin embargo se pudo observar que el concreto necesita más agua y entonces se procedió a aumentar agua.

- Concluido el mezclado se procedió a verificar el asentamiento de la mezcla de concreto, para después proceder con el vaciado en los moldes necesarios.

### **3.2.4.3 Elaboración de probetas cilíndricas**

Las probetas cilíndricas fueron elaboradas de acuerdo a la normatividad del ASTM C 31M – 03A, con un diámetro de 4” y una altura de 8”. Además, fue considerado el apisonado respectivo con una varilla lisa de 3/8” en tres capas y 25 golpes distribuidos por cada capa, con la finalidad de omitir vacíos en las probetas cilíndricas.



#### **3.2.4.4 Curado de los especímenes**

El curado se realizó de acuerdo a la norma ASTM C 31M –03, las probetas cilíndricas (para la resistencia a la compresión) fueron sometidos al agua en pozas de curado, las mismas que tenían las condiciones para realizar el control de temperatura de curado, y se mantuvieron sumergidas durante 7, 21, y 28 días, según corresponda el tiempo requerido.

#### **3.2.4.5 Ensayo realizado en estado fresco de concreto**

El ensayo en estado fresco del concreto primero fue con el cono de Abrams con la finalidad de controlar el asentamiento o SLUMP de la mezcla de concreto, parámetro principal de control para la trabajabilidad del concreto, el diseño de mezclas se procedió a realizar el vaciado del concreto en los moldes.

##### **a) Ensayo de revenimiento o asentamiento en el cono de Abrams**

Este 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.

#### **Equipo utilizado**

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



## **Procedimiento**

- Sobre una placa plana de metal y humedecida se coloca el molde, 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.

- Se colocan segunda capa con el mismo procedimiento se varilla con 25 golpes de manera que la barra no 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.

- Se asentará el concreto moldeado, 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.

### **3.3 Ensayos mecánicos del agregado**

#### **3.3.1 Ensayo de abrasión “máquina de los ángeles”**

##### **3.3.1.1 Métodos**

NTP 400.019: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.

##### **3.3.1.2 Equipos y materiales**

-Máquina de Los Ángeles.



-Tamices.

-Balanza.

-Carga.

### **3.3.1.3 Procedimiento**

-Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33rpm, por 500 revoluciones.

-Descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra, sobre el tamiz normalizado de 1,70 mm (Nº 12).

-Tamizar la porción más fina que la malla Nª 12 conforme al modo operativo MTC E 204.

-Lavar el material más grueso que la malla de Nº 12 y secar al horno a  $110 \pm 5$  °C, hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1 g

### **3.3.2 Ensayo de resistencia a la compresión simple**

#### **3.3.2.1 Método**

La norma ASTM C39 consiste en la aplicación de carga axial en la parte superior de la probeta, de forma constante hasta alcanzar la rotura del espécimen de prueba, siendo la resistencia a la compresión el cociente resultante de la máxima carga, aplicada entre el área promedio de la probeta antes de que ocurra la rotura de la misma.

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



máxima para una unidad de área por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). (Abanto Castillo, 1994).

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

fórmula.

$$f'c = \frac{P}{A} \cdot Kg/cm^2 \dots \dots \dots Ec.03.14$$

$$A = \frac{\pi\phi^2}{4} \dots \dots \dots Ec.03.15$$

Dónde:

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

**P:** Carga de rotura (kg).

**φ:** Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

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

### 3.3.2.2 Equipo utilizado

- Máquina de prueba.
- Bloque de acero con caras duras (anillo con neopreno).

### 3.3.2.3 Procedimiento

- Medir el diámetro y la altura de la probeta cilíndrica con una aproximación de 0.1 mm con un calibrador micrométrico
- Colocar la probeta sobre el bloque inferior de apoyo y centrar sobre el mismo.
- Aplicar la carga en forma continua y constante evitando choques, la velocidad de carga estará en el rango de 0.14 a 0.34 Mpa/s.

- Anotar la carga máxima, el tipo de rotura y además toda otra observación relacionada con el aspecto del concreto.

### 3.4 Análisis estadístico

#### 3.4.1 La curva de distribución normal o “Campana de Gauss”

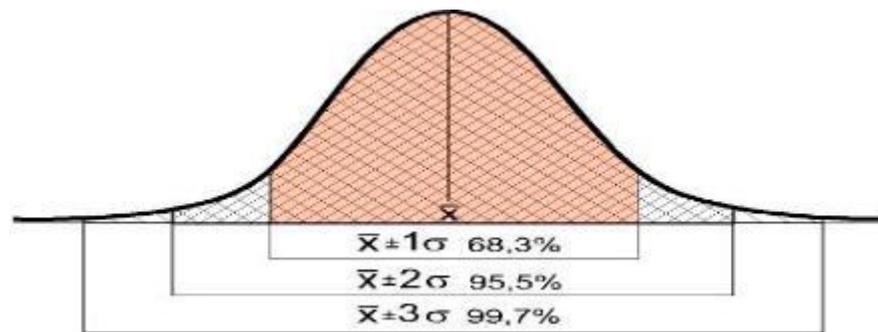


Figura 14 La curva de distribución normal o “Campana de Gauss”

La distribución normal es una distribución de probabilidad de variable continua que describe los datos que se agrupan en torno a un valor central. Todo proceso en el que solo existan causas aleatorias de variación sigue una ley de distribución normal. Esta condición que aparece con frecuencia en fenómenos naturales (de ahí que se la denomine “normal”), puede obtenerse en los procesos industriales si los procesos se llevan a un estado en el que solo existen causas comunes de variación. La representación gráfica es la curva de distribución normal también denominada campana de Gauss en honor del renombrado científico alemán Carl Friedrich Gauss a quien se le atribuye erróneamente su invención pero que sin duda la usó frecuentemente para analizar fenómenos astronómicos con éxito.

Una distribución normal se caracteriza por:

1. Los valores de las mediciones tienden a agruparse alrededor de un punto central, la media
2. La representación de los datos es simétrica a ambos lados de la media



3. Las desviaciones estándares quedan situadas a igual distancia unas de otras

4. La proporción de mediciones situada entre la media y las desviaciones es una constante en la que:

La media  $\pm 1$  \* desviación estándar = cubre el 68,3% de los casos

La media  $\pm 2$  \* desviación estándar = cubre el 95,5% de los casos

La media  $\pm 3$  \* desviación estándar = cubre el 99,7% de los casos

Podemos analizar el comportamiento de los procesos gráficos y determinar su efectividad tomando como base su grado de aproximación a la curva de distribución normal a partir de los datos generados y la creación de histogramas que permitan la comparación con curva de distribución normal.

### **Posibilidades**

La curva de distribución normal del proceso coincide o está dentro de los límites establecidos por la industria (bien en las normas de calidad desarrolladas o bien en las recomendaciones establecidas por las asociaciones). En este caso el proceso opera con eficacia y se pueden realizar trabajos de alta exigencia con respecto a la variable controlada.

La curva de distribución supera los límites establecidos por la industria. En este caso puede que estén operando causas asignables de variación o que existen limitaciones debidas a los recursos y equipos empleados por lo que no es posible realizar trabajos exigentes con respecto a la variable controlada hasta que no se hayan eliminado las causas especiales de variación o no se dispongan de los recursos y equipos adecuados.

El histograma generado no muestra las características básicas de una distribución normal. En este caso están claramente actuando causas asignables de variación, que habrá

que resolver si queremos conseguir un alto grado de confiabilidad del proceso, y realizar trabajos de alta exigencia.

### 3.4.2 Análisis estadístico

En el presente proyecto para poder tener los datos con certeza se ha considerado evaluación con el parámetro del coeficiente de variación de la siguiente tabla 3.8.

*Tabla 22 Desviación estándar para diferentes grados de control y coeficiente de variación vt para diferentes grados de control*

<b>DIPERSIÓN TOTAL</b>					
<b>Disviación Estándar Para Diferentes Grados de Control</b>					
<b>Clase de Operación</b>	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Suficiente</b>	<b>Deficiente</b>
Concretos en Obra	Menor a 28,1	28,1 a 35,2	35,2 a 42,2	42,2 a 49,2	Mayor de 49,2
Concretos en Laboratorio	Menor a 14,1	14,1 a 17,6	17,6 a 21,1	21,1 a 24,6	Mayor de 24,6

<b>DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS</b>					
<b>Coefficiente de Variación (vt), Para Diferentes Grados de Control</b>					
<b>Clase de Operación</b>	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Suficiente</b>	<b>Deficiente</b>
Concretos en Obra	Menor a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	Mayor a 6
Concretos en Laboratorio	Menor a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	Mayor a 5

*Fuente: ING. ENRIQUE PASQUEL CARVAJAL, "tópicos de tecnología del concreto"*

Obteniendo los datos con certeza de la confiabilidad, entonces se procederá a graficar la distribución de frecuencia de datos, que debe cumplir con la distribución Gauss, pues esto se considera de cada edad de probeta de las canteras realizadas.

### 3.4.3 Cálculo de la distribución normal

Para conceptualizar la distribución, de probabilidades o normal se define algunos conceptos.



### **3.4.4 Variables aleatorias**

Una variable aleatoria es una función que asocia a cada resultado del espacio muestra un número real. Como también podemos decir es un intervalo de números reales, como por ejemplo tenemos en el presente proyecto, los resultados de la resistencia a la compresión son diferentes.

#### **3.4.4.1 Distribución de probabilidades o distribución de una variable aleatoria**

Es una descripción del conjunto de valores posibles de  $X$  y función de  $x$  junto con la probabilidad asociada con cada uno de estos valores, siendo éste el resumen más útil de un experimento aleatorio. En la presente Tesis la probabilidad sería que estos resultados lleguen a obtener la resistencia de diseño deseado.

#### **3.4.4.2 Distribución binomial**

El variable aleatoria es el conteo del número de ensayos que cumplen con un criterio específico, por lo que es razonable suponer que todos los ensayos que conforman el experimento aleatorio son independientes, esto quiere decir que el resultado obtenido en un ensayo no tiene ningún efecto sobre el resultado obtenido en un segundo ensayo, por lo tanto, la probabilidad de éxito en cada ensayo es constante. El resultado de la distribución binomial solo tiene dos resultados como son resultados esperados o resultados no esperados, por ejemplo, en el presente proyecto tenemos el diseño de concreto de resistencia deseada o resistencia no esperada o fracaso.

#### **3.4.4.3 Distribución normal o campana de Gauss**

La distribución de probabilidad conocida como distribución normal es, por la cantidad de fenómenos que explica, la más importante de las distribuciones estadísticas. Este tipo de distribuciones es más utilizado para modelar experimentos aleatorios. Esto



nos permite proporcionar aproximaciones a las probabilidades binomiales, tal que puede mostrarse un experimento aleatorio que está formado por una serie de ensayos independientes, donde cada uno da como resultado un valor observado de la variable aleatoria en particular.

De tal modo que la variable aleatoria que representa, el resultado promedio de los ensayos tiende hacia una distribución con una función de densidad correspondiente a la siguiente función:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2 * \pi}} e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots Ec.03.16$$

Dónde:

$\sigma$  = Desviación estándar

Es una medida de dispersión de la resistencia a la compresión  $f'c$  alrededor de la media

$x$  = Variable aleatoria ( $f'c$  de cada prueba)

$\mu$  = Media

Es llamado también media aritmética que nos proporciona una idea del lugar donde están concentrados los valores que toma la variable

$\sigma^2$  = Varianza

Es la expresa cualitativamente la dispersión alrededor de la media, o son los datos que están alejados de la media, y mide la variabilidad alrededor de la media.

### 3.4.5 Prueba de hipótesis

Los métodos estudiados en el anterior usan la información proporcionada por los estadísticos, muestrales para estimar con cierta probabilidad el valor de un parámetro



poblacional. En este análisis se introducirá la prueba de hipótesis que es un enfoque diferente. En este caso, se supone el valor del parámetro y sobre la base de la información obtenida en una muestra se somete a prueba la suposición, para luego tomar con cierta probabilidad, la decisión de rechazar o no rechazar la hipótesis.

También es conocida la prueba de hipótesis estadística como el análisis de datos experimental en base de los parámetros de la población. Para poder realizar la prueba de hipótesis deberán representar una distribución normal, como tenemos anteriormente las distribuciones normales para cada experimento de resistencia a las briquetas.

### **3.4.6 Pasos para la prueba de hipótesis.**

#### **3.4.6.1 Identificar el parámetro de interés**

Es decir, en base a que parámetros se va a evaluar la hipótesis pudiendo ser este parámetro la media “u” de la población

#### **3.4.6.2 Establecer la hipótesis nula ( $H_0$ )**

La hipótesis nula no tiene alternativas de cambio, está basada en un solo valor, generalmente se construye esta hipótesis como una igualdad. Por ejemplo,  $H_0: u_1 = u_2$ .

#### **3.4.6.3 Especificar una apropiada hipótesis alternativa ( $H_1$ )**

Existen dos clases de hipótesis alternativa:

##### **a) Hipótesis bilaterales.**

En casos donde sea importante comprobar diferencias con el valor  $u_1$  que está con la misma probabilidad, tanto al lado derecho como izquierdo de la distribución normal.



Las hipótesis bilaterales se utilizan cuando la conclusión que se quiere obtener no implica ninguna dirección específica, y la respuesta será “no es igual a”

**b) Hipótesis unilaterales.**

Donde  $H_1: u_1 < u_2$ , que significará que la región crítica se encuentra, en la cola inferior de la distribución normal “u” plantear  $H_1: u_1$  mayor a  $u_2$ , que significa que la región crítica se encuentra en la cola superior de la distribución normal del estadístico de prueba. Las hipótesis unilaterales se utilizan cuando las proposiciones planteadas deben ser respondidas como “mayor que”, “menor que”, “superior a”, etc.

**3.4.6.4 Seleccionar el nivel de significancia**

Los niveles de significancia más recomendados son:

$\alpha = 0.05$  con 95% de probabilidad de certeza.

$\alpha = 0.01$  con 99% de probabilidad de certeza

En nuestro proyecto seleccionamos  $\alpha = 0.05$  con 95%

**3.4.6.5 Establecemos estadístico de prueba**

En esta prueba nos permite rechazar o aceptar la hipótesis planteada, en función al valor que se obtenga y al nivel de significancia, es decir si este valor del estadístico de prueba está bien ubicado en la región crítica entonces la decisión que se tome será más real.

Para el presente proyecto tenemos de dos canteras que vendría, será dos poblaciones en estudio

$$Z_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\left[ \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right]}} \dots\dots\dots Ec.03.17$$



Donde se considera que si ambas poblaciones presentan una distribución normal entonces la distribución de  $X_1 - X_2$ , también será una distribución normal con media

$$\mu_1 - \mu_2 \text{ y varianza } \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \dots\dots\dots Ec.03.18$$

Las puntuaciones  $Z$ , nos indican la dirección y grado en que un valor individual obtenido se aleja de la media ( $\mu$ ) en una escala de unidades de desviación estándar.

### 3.4.6.6 Establecer la región de rechazo para el estadístico

La región de rechazo se realiza en base a la puntuación  $Z$  obtenido en la tabla (Ver anexo H)

Para hipótesis con alternativas bilaterales:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 \text{ mayor a } \mu_2$

Entonces se rechaza la hipótesis nula si:  $Z_0$

$Z_0$  mayor que  $Z$ .

O en otro caso:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 \text{ menor a } \mu_2$

Entonces se rechaza la hipótesis nula

Tenemos en todos los casos dos poblaciones de interés; la primera muestras realizadas es de la cantera Cutimbo y la segunda muestras realizada de la cantera Santa María, con medias y varianzas conocidas, para lo cual se quiere analizar si existe la diferencia semejanzas similares de los agregados naturales del concreto en cuando su



resistencia, y el comportamiento de estas canteras, en primer lugar, se considera hipótesis alternativas unilaterales.

Hipótesis nula  $H_0: u_1 = u_2$

Hipótesis alternativa  $H_1: u_1$  menor de  $u_2$ , se rechaza al  $H_0$ , entonces la muestra de cantera Santa María es mayor que de la Cutimbo para la construcción de la prueba se va a hacer uso del estadístico de prueba  $Z$ .

Dónde:

$$Z_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\left[ \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right]}}$$

$u_1$  = Media de la distribución normal de la cantera Cutimbo

$u_2$  = Media de la distribución normal de la cantera Santa María

$\sigma_1^2$  = Varianza de la distribución normal de la cantera Cutimbo

$\sigma_2^2$  = Varianza de la distribución normal de la cantera Santa María

$n_1$  = Número de muestras de la cantera Cutimbo

$n_2$  = Numero de muestras de la cantera Santa María

Nivel de significancia: Es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera se denota mediante la letra griega  $\alpha$ , también es denominado nivel de riesgo en la distribución normal. El nivel de significancia es un valor de certeza respecto a no equivocarse. En el presente proyecto tomamos un nivel de significancia de 0.05, que significa que se tiene el 95% de seguridad de no equivocarse y solo un 5% en contra. En términos de probabilidad



### **3.5 Análisis de costo y beneficio de los agregados**

#### **3.5.1 Viabilidad técnica económica**

##### **3.5.1.1 Generalidades**

En la viabilidad técnica de producción del concreto desde el agregado es puesto en obra, desde entonces se cuenta todo el costo de producción y métodos de producción de concreto, para las construcciones de las viviendas. La presente Tesis permitirá conocer la calidad de los agregados si su uso económicamente es conveniente. También es necesario estimar cuanto ahorramos ciertas características de un producto final.

##### **3.5.1.2 Evaluación técnica y económica del agregado**

En la evaluación técnica y económica desarrollamos las bondades y deficiencias de material de cada cantera estudiado, según el resultado de análisis de laboratorio.

##### **3.5.1.3 Métodos de operación.**

En la ciudad de Puno, generalmente según las tradiciones es el preparado de la mezcla es con mezcladora tipo cono de 9-11pies cúbicos y el equipo del personal capacitado, en muchas veces no se observa con el Ingeniero en la obra solo generalmente el equipo técnico llamado maestros de obra.

##### **3.5.1.4 Costo de operación de mano de obra**

Para la producción del concreto, los agregados son transportados desde la cantera hasta la obra, y su compra es de acuerdo al pedido del cliente. Entonces el análisis es desde el transporte del material de la cantera hasta la producción de concreto, en la actualidad en el distrito de Puno utilizan la mezcladora común. Como también el personal para el presente proyecto es estimado según la cámara peruana de construcciones

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Resultado comparativo físico y químico

En este capítulo se realizará el análisis de características de los agregados finos y gruesos de dos canteras estudiados de las canteras Cutimbo y Santa María, que consiste en granulometría, módulo de fineza, tamaño máximo, tamaño máximo nominal, porcentaje de chatas y alargadas, peso específico y absorción, peso unitario suelto y compacto, porcentaje de humedad, resultados petrográficos, método de sección delgada, diseño de mezclas, análisis estadístico, análisis de costo y beneficio, y sus interpretaciones de cada uno.

#### 4.1.1 Resultado de análisis físicos

##### 4.1.1.1 Resultado de granulometría de agregado fino de las canteras Cutimbo y Santa María

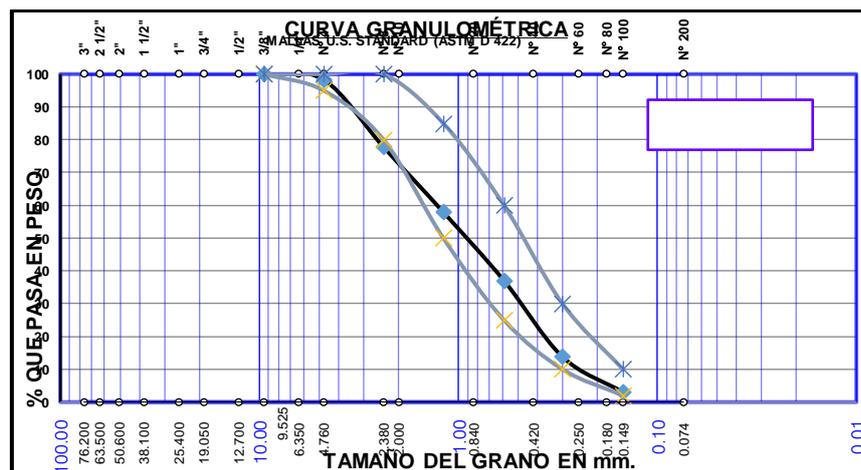


Figura 15 Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Cutimbo





#### 4.1.1.3 Resultado de módulo de fineza de los agregados de las canteras Cutimbo y Santa María

Tabla 23 Módulo de fineza

	Cantera Cutimbo		Cantera Santa María	
	Grava	Fino	Grava	Fino
<b>Módulo de fineza</b>	6.93	3.12	7.04	3.5

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

#### Interpretación

Estos resultados son de muy importantes que si el agregado es el que proporcionará consistencia a la mezcla, en la tabla 4.1 se observa el agregado de la cantera Cutimbo y la cantera Santa María presenta valores altos de 3.12 y 3.50 entonces esto producirá segregación y exudación en la mezcla, según la teoría los límites que está entre 2.2 y 2.8 produce concretos trabajables y tiene menos segregación, la exudación se puede controlar con el empleo del agregado fino adecuadamente graduado, con una combinación adecuada de arena gruesa y fina, con el fin de incrementar la superficie específica y así disminuir el volumen de exudación.

#### 4.1.1.4 Resultado de tamaño máximo nominal de los agregados de las canteras de Cutimbo y Santa maría

Tabla 24 Cálculo del tamaño máximo nominal

	Cantera Cutimbo	Cantera Santa María
<b>Tamaño máximo Nominal</b>	1"	1"
<b>Material que pasa la malla n° 200</b>	1.01	0.67

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

## Interpretación

El tamaño máximo nominal seleccionado para las canteras evaluadas de acuerdo a las especificaciones y las condiciones de colocación es de 1", se ha visto que la cantera Cutimbo presenta en 0.34% más del material fino que la cantera Santa María, cumpliendo así con las normas para el diseño de mezclas ya que permite en no mayor de 5% de material fino.

### 4.1.1.5 Resultados de porcentaje de chatas y alargadas de los agregados de las canteras de Cutimbo y Santa María

#### a) Porcentaje de ensayo de chatas y alargadas del agregado de Cutimbo

*Tabla 25 Porcentaje de material de chatas y alargadas del agregado Cutimbo*

Tamiz pulg.	Peso Retenido total en gr.	% total	P. Chatas	% Chatas	P. Alargadas	% Alargadas	p. chat. y alarg.
1"	301.10	15.00	23.23	7.72	23.34	7.75	46.57
3/4"	481.54	23.99	0.00	0.00	53.37	11.08	53.37
1/2"	826.53	41.18	20.20	2.44	63.46	7.68	83.66
3/8"	398.00	19.83	76.75	19.28	105.19	26.43	181.94
<b>Pesos</b>	<b>2007.17</b>	<b>100.00</b>	<b>120.18</b>		<b>245.36</b>		<b>365.54</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

$$\% \text{ de Chatas y Alargadas} = \frac{\text{Peso. Chatas y Alargadas}}{\text{Peso. Retenido total}}$$

$$\% \text{ de Chatas y Alargadas} = 18,21\%$$

**b) Porcentaje de ensayo de chatas y alargadas del agregado de Santa María**

*Tabla 26 Porcentaje de material de chatas y alargadas del agregado Santa María  
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

Tamiz pulg.	Peso Retenido total en gr.	% total	P. Chatas	% Chatas	P. Alargadas	% Alargadas	p. chat. y alarg.
1"	152.47	7.02	0.00	0.00	61.77	40.51	61.77
3/4"	738.00	33.96	0.00	0.00	75.00	10.16	75.00
1/2"	763.57	35.14	0.00	0.00	30.50	3.99	30.50
3/8"	518.96	23.88	121.59	23.43	97.20	18.73	218.79
<b>Pesos parc</b>		0.00	<b>121.59</b>		<b>264.47</b>		<b>386.06</b>
<b>Peso total</b>	<b>2173.00</b>	100.00	<b>386.06</b>				

$$\% \text{ de Chatas y Alargadas} = \frac{\text{Peso. Chatas y Alargadas}}{\text{Peso. Retenido total}}$$

$$\% \text{ de Chatas y Alargadas} = 17,77\%$$



*Figura 20 Ensayo de chatas y alargadas de los agregados*

**Interpretación**

De acuerdo a las tablas 4.3 y tabla 4.4, que podemos observar que la cantera Cutimbo presenta en 0.44% más de material chata y alargada que son de 18.44% y



17.77%, cuyos valores se encuentran dentro del parámetros permisibles que indica la norma MTC E 223, 2016 y ASTM D 4791.

#### 4.1.1.6 Resultado de peso específico y absorción de los agregados de las canteras de Cutimbo y Santa María

Tabla 27 Peso específico y absorción

	Cantera Cutimbo		Cantera Santa María	
	Grava	Fino	Grava	Fino
<b>Peso específico</b>	2.37	2.38	2.43	2.45
<b>Absorción</b>	3.52 %	2.17%	1.90 %	2.04%

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

#### Interpretación

De acuerdo a la norma EM 2000 MTC E 205 – 2000, ASTM C128 para agregado fino, y EM MTC E 206 – 2000 para agregado grueso, la cantera Santa María ofrece mejor calidad, densidad y estabilidad en concreto por ende será menos poroso, en cambio la cantera Cutimbo, tiene un peso específico menor a 2.4 gr/cm<sup>3</sup> cuyo agregado será poroso y débil por lo tanto será absorbente que la cantera Santa María tanto en agregado fino y grueso en 1.62 y 0.13 respectivamente.

#### 4.1.1.7 Resultados de pesos unitarios sueltos y compactos de los agregados de las canteras de Cutimbo Y Santa María

Este ensayo nos permite conocer el peso unitario del agregado en su condición compactada o suelta y calcular los huecos entre las partículas en una masa de agregado grueso, esto se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 203 – 2000; peso unitario y vacío de los agregados, el cual está basado en la norma ASTM C29

*Tabla 28 Pesos unitarios sueltos y compactos de la cantera Cutimbo y Santa María*

	Cantera Cutimbo		Cantera Santa María	
	Grava	fino	Grava	fino
<b>Peso Unitario seco Suelto (gr/cc)</b>	1,534	1,522	1,575	1,632
<b>Peso Unitario seco Compactado (gr/cc)</b>	1,597	1,657	1,634	1,732

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### Interpretación

Las canteras Cutimbo y Santa María cuyos agregados presentan peso unitario suelto y peso unitario compacto, entre  $1500 \text{ kg/m}^3$  y  $1700 \text{ kg/m}^3$  que se encuentran dentro del límite recomendado, y son menos porosos, también tiene la capacidad de acomodarse

#### 4.1.1.8 Resultados de contenido de humedad de los agregados de las canteras de Cutimbo y Santa María

##### Resumen:

*Tabla 29 Resumen de contenido de humedad*

	Cantera Cutimbo		Cantera Santa María	
	Grava	Fino	Grava	Fino
<b>Contenido de Humedad</b>	4.89	8.78	2.9	3.33

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### Interpretación

Estos valores son necesario para el diseño de mezclas es recomendable hacer el ensayo de contenido de humedad, en el momento de ser ejecutado la mezcla, para hacer la corrección de por humedad, así para no tener problemas con la consistencia de la mezcla, si ejecuta la obra en muchas veces no es tomado en cuenta la humedad. Este factor está en función de la ubicación de las canteras y pendientes de la cantera.

#### 4.1.2 Resultados químicos de los agregados de las canteras de Cutimbo y Santa

##### María

*Tabla 30 Resumen de ensayos químicos de los agregados*

	<b>Unidad</b>	<b>Cantera Cutimbo</b>	<b>Cantera Santa María</b>
Potencia de Hidrogeno	pH	8.08	7.82
Conductividad Eléctrica	µs/cm	27.1	39.7
Cloruros como CL	ppm	39.96	35.99
Sulfatos como SO <sub>4</sub>	ppm	9.2	37.8
Sales Solubles Totales	ppm	17.34	25.41
Materia Orgánica	%	6.7	6.57

*Fuente: Base de datos de laboratorio*

Los ensayos químicos de la tabla 4.8 cumplen con las especificaciones en ambas canteras

#### Interpretación

En el cuadro apreciamos mayor de 7 de potencial de hidrógeno en ambas canteras, está dentro de las recomendaciones, esto significa que el agregado fino tiene más base, en los ensayos de cloruros y sulfatos está dentro de las recomendaciones que es 300ppm o equivalente a 300 mg/l, en el ensayo de sales solubles de 17.34 y 25.41 es menor que 1500ppm, y en los ensayos de materia orgánica es menor que 10 %. En conclusión, los ensayos están dentro de las especificaciones.

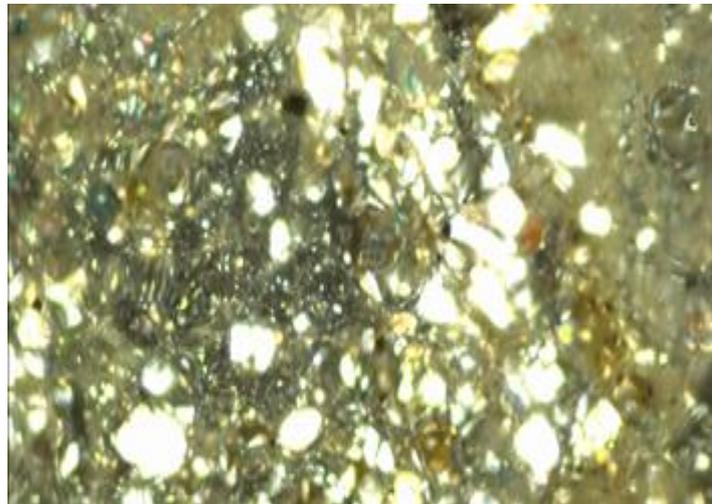
#### 4.1.3 Resultados petrográficos

##### 4.1.3.1 Resultados de sección delgada Santa María il-01

1.- Fragmento lítico constituido por feldespato plagioclasas de tamaños microlíticos de formas subhédricos dentro de una matriz vidriosa afanítica de color rojizo producto de la alteración de los opacos. Se observan pseudomorfos de anfíboles y micas

alteradas, estas han sido rellenada por arcillas naranjas atribuidas a limonita y óxidos de hierro. Minerales opacos forman la matriz de tamaño micrométrico, de formas anhédricos. Por la composición mineralógica y textural es denominado como andesita. Foto 01-10X, NII, microfotografía 02 10X, NX. Se observa cristales de plagioclasas con cierta tonalidad de color azulino.

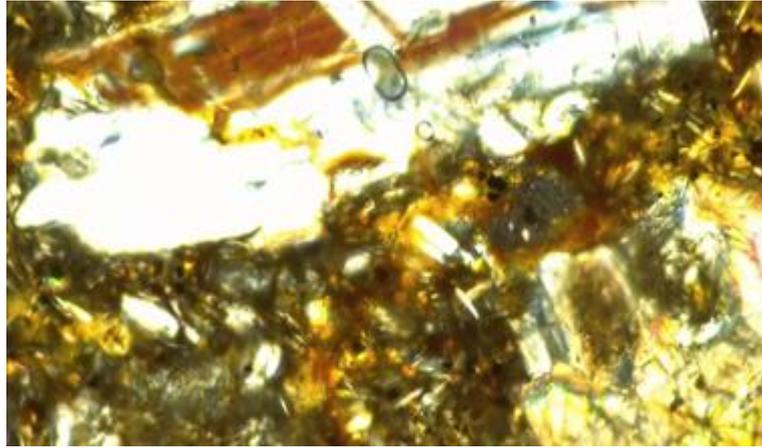
2.- Fragmento lítico constituida por cristales plagioclasa, cuarzo, micas dentro de una matriz criptocristalina de cuarzo, vidrio y feldespatos. Se le atribuí a un fragmento de roca metasedimentaria. Roca es una arenisca cuarzosa. Microfotografía 03 – 10X, NX



*Figura 21 Cantera Santa Maria Ilave -microfotografías N° 03: 10X, NX: se observan cristales de cuarzo (Cz)*

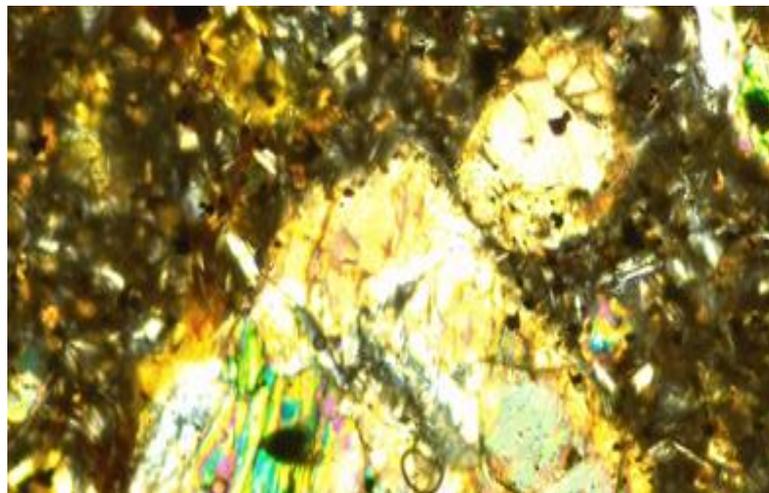
#### **4.1.3.2 Resultados de sección delgada Santa María il-02**

1.- Fragmento lítico constituida por plagioclasa y minerales ferromagnesianos como hornblendas, olivino, piroxeno y micas, dentro de una matriz microlítica de plagioclasas. Microfotografía 04, 10X, NX. Roca basalto andesita.



*Figura 22 Cantera Santa Maria Ilave - microfotografía N° 4: 10X, NX; Se observa fenocristales de piroxenos (Px), Plagioclasas (Pgl), matriz de microlitos*

2.- Fragmento lítico constituida por ferromagnesianos (Olivino, piroxeno), los piroxenos son augitas por su relieve alto y colores de interferencia variado. Plagioclasa microlítica y algunos opacos están dentro de los cristales y de la masa afanítica de color amarillenta debido a la alteración. La plagioclasa fenocristal está alterada incipiente para arcillas. Microfotografías 05, 06, 07 10X, NX. El fragmento lítico proviene andesita basáltica.



*Figura 23 Fragmento lítico constituida por ferromagnesianos*

3.- Fragmento lítico constituida por fenocristales de hornblenda de formas subhédricas y las plagioclasas de cristales pequeños a microlitos están ubicados dentro de una matriz fina de cuarzo, plagioclasas y opacos. Los microlitos y algunas plagioclasas tienen cierta



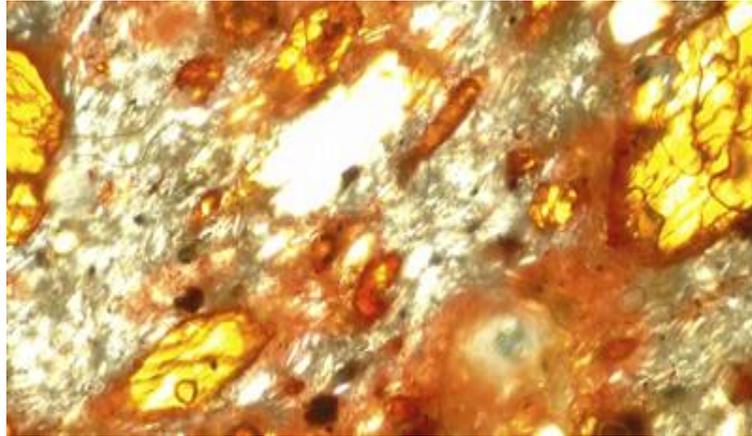
orientación guardando una textura traquítica. Microfotografía 9, 10X, NX Tipo de roca Traquiandesita.

**Fragmento lítico a.- plagioclasa textura traquítica porfírica, piroxeno, olivino, biotita**

Constituido por fenocristales de plagioclasas (20%) de hábito tabular prismático con maclas polisintéticas dispersados aleatoriamente dentro de una matriz de plagioclasas microlítica con sílice y gránulos cristales opacos de tamaños micrométricos.

Piroxenos de formas anhedricas fuertemente fracturados incluyendo minerales opacos (5%) presenta alteración dentro del mineral, la matriz está constituida por microlitos de plagioclasas y feldespatos con sílice criptocristalino, en el fragmento los minerales se están alterando a limonitas a hematita, por lo que se tiene un aspecto de marrón rojizo sucio.

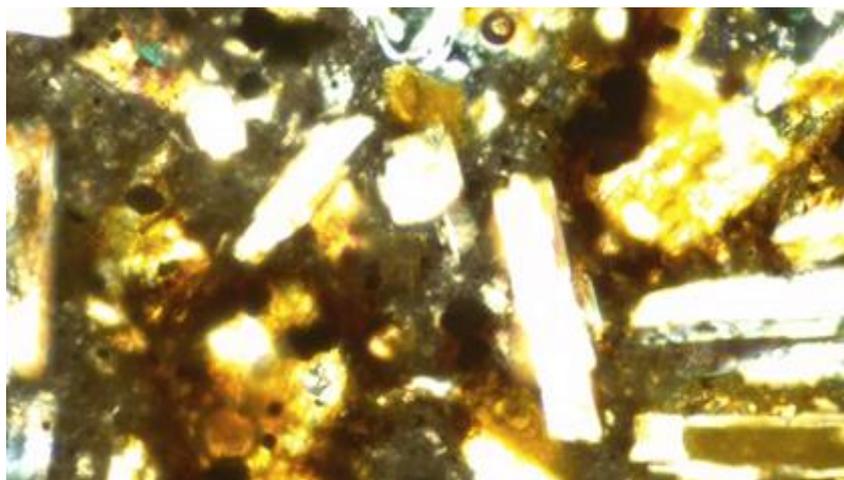
Cristales de anfíboles de formas subhedricas en corte basal que muestran sus planos de clivaje en dos direcciones en un porcentaje considerable a (5%) se observan también biotitas alteradas, opacos de distintos tamaños de formas anhedricas subhedricas y como granos esparcidos dentro del fragmento lítico. Presenta fenocristales horblenda de color marrón de corte basal, se visualiza el plano de clivaje dentro de una matriz de microlitos de plagioclasa vidrio volcánico, minerales opacos, de forma subhedral, anhedral esparcidos en la muestra los cuales han sufrido alteraciones de óxidos de hierro que han teñido el color rojizo a rosado.



*Figura 24 Cantera Santa Maria Ilave -microfotografias N° 7, 10x, NII; Observase fenocristales de hornblendas (Horn), plagioclasas (PGs), microlitos (Micrl)*

Fragmento lítico constituido por hornblendas de color marrón de formas anhédricas a subhedricas, de forma tabulares que son debido a cortes laterales.

Un fenocristal de plagioclasa de habito columnar prismático de formas subhedricas fuertemente fragmentado, la matriz está constituida por feldespatos microlitos y arcillas fuertemente coloridos debido al hierro, también hay cristales alargados de biotita de forma acicular y hornblendas de formas laminar o en placas de color marrón oscuro, fuertemente alterando para óxidos de hierro que tiñen de un color marrón rojizo al fragmento lítico.



*Figura 25 Cantera Santa Maria Ilave microfotografía N° 8, 10 x, NX; se observan cristales de plagioclasa (Pgl), microlitos, opacos (op)*



#### 4.1.3.3 Resultados de sección delgada Cutimbo cut-01

Fragmento lítico con alto contenido de plagioclasas, algunos minerales opacos con presencia de alteración de los mismos, el bajo contenido de cuarzo y de minerales ferromagnesianos. Microfotografía 10 NX, 10X. Roca volcánica Andesita.

A.- Plagioclasa, anfíboles, horblenda, alterándose para biotita

C.- plagioclasa microcristalina con textura porfirítica, traquítica, poca biotita

G.- plagioclasa, anfíbol alterándose a biotita

F.- Anfíboles alterándose a biotita

H.- Biotita, Plagioclasas, anfíboles, alterándose a biotita.

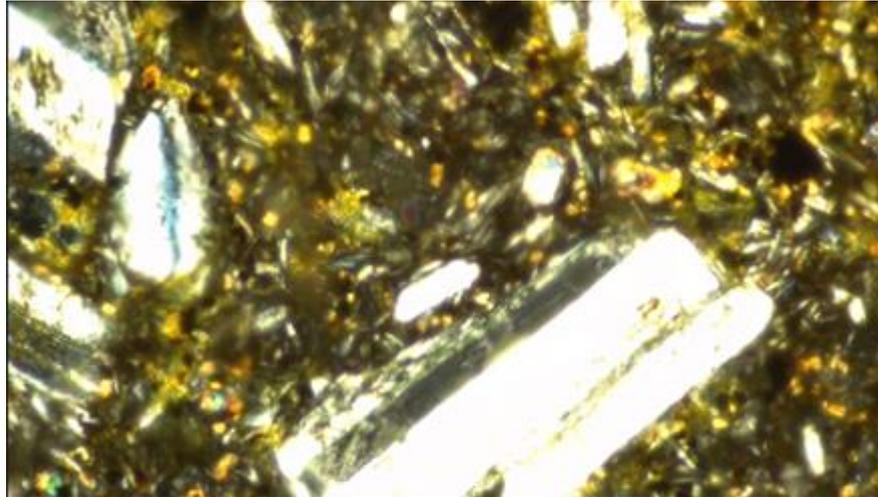
I.- Alteraciones biotítica, plagioclasa poca.

#### 4.1.3.4 Resultados de sección delgada Cutimbo cut-02

Fragmento lítico constituido por 95 % de una matriz criptocristalino englobando minerales opacos y en ciertos sectores se observa cristales de biotita de color marrón oscuro, feldespato 2% y 3% de opacos que pueden ser óxidos o sulfuros. Toda la roca lo podemos denominar una ESCORIA ANDESITICA.

Fragmento Lítico e.- Constituido por plagioclasa de aspecto microlítico dentro de una matriz cristalina de plagioclasa o feldespatos, cuarzo alterándose para minerales de arcilla, un fenocristal de biotita y opacos de forma subhedrica que tiene aspecto de figuras geométricas (Cubos)

Fragmento Lítico C.- Constituido por cristales de plagioclasas de hábito tabular con maclas polisintéticas, Anfíboles que se altera a óxidos de hierro que han teñido de amarillo, se observa un fenocristal opaco y en la matriz se observa gran cantidad de opacos de formas cúbicas que pueden ser óxidos o sulfuros de hierro. Hay 8-10 % de anfíboles micas 2% y opacos 3% y plagioclasa 70% Pórfido Andesítico basáltico



*Figura 26 Cantera Cutimbo - microfotografía N° 10, 10 x, NX; se observan fenocristales de plagioclasa (Pgl), microlitos (Micrl), opacos (op)*

#### **4.1.3.5 Conclusiones**

##### **Cantera Cutimbo**

Las muestras de las canteras de Cutimbo están constituidos por fragmentos líticos de rocas andesita-basálticas con algunos fragmentos de ignimbritas o ponos volcánicos de dacitas a riolitas, lo que indicaría que al estar en contacto con los químicos de cemento no tendrán ninguna reacción adversa en la resistencia del concreto.

##### **Cantera Santa María**

Las muestras de Santa Maria - Ilave, son fragmentos líticos de andesitas a traqui-andesitas levemente alterados por óxidos ferrosos, lo que indicaría que al estar en contacto con los químicos de cemento no tendrán ninguna reacción adversa en la resistencia del concreto.

#### **4.1.4 Resultados análisis de diseño de mezclas**

##### **4.1.4.1 Diseño de mezclas por resistencia para concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Por método ACI.**

a. Especificaciones.

Se usará agua potable.



Cemento RUMI 1P peso específico es 3.15 gr/cc.

Los agregados provenientes de la cantera Santa María y Cutimbo.

Resistencia de diseño es 210Kg/cm<sup>2</sup>.

Materiales

*Tabla 31 Resumen de ensayo de materiales*

Materiales	Und.	Cantera Cutimbo		Cantera Santa María	
		Agr. fino	Agr. grueso	Agr. fino	Agr. grueso
Peso Unit. Seco Compactado	gr/cc		1.597		1.634
Contenido de Humedad	%	8.78	4.89	3.33	2.90
Peso Específico de la Masa	gr/cc	2.38	2.37	2.45	2.43
Porcentaje de Absorción	%	2.17	3.52	2.04	1.90
Módulo de fineza		3.51		3.36	
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.		1"		1"
Diseño de Resistencia	Kg/cm <sup>2</sup>		210		210

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### c. Cálculo de resistencia promedio

Conociendo la resistencia en compresión de diseño especificada es de 210Kg/cm<sup>2</sup> aplicamos la tabla 3.2 La resistencia promedio es de 294 Kg/cm<sup>2</sup>

### d. Tamaño máximo nominal

*Tabla 32 Tamaño máximo nominal*

Cantera Cutimbo	Cantera Santa María
Tamaño máximo nominal	Tamaño máximo nominal
1 "	1 "

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

**e. Selección de asentamiento.** - De la tabla 3.3 se ha considerado con un revenimiento 3"-4"



*Figura 27 Ensayo de asentamiento de la mezcla de concreto*

#### **f. Volumen unitario de agua**

Para el cálculo de volumen unitario de agua se considera de la siguiente tabla 3.5

Para el revenimiento de 3''-4'' con tamaño máximo nominal de 1'' sin aire incorporado

es: 193

*Tabla 33 Volumen unitario de agua*

<b>Cantera Cutimbo</b>	<b>Cantera Santa María</b>
Agua de diseño	Agua de diseño
193 l/m <sup>3</sup>	193 l/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### **g. Selección del contenido de aire**

Para el cálculo de la siguiente del contenido de aire se utiliza la siguiente tabla

3.4 Entonces el contenido de aire tenemos de 1.5%.

*Tabla 34 Selección del contenido de aire atrapado*

<b>Cantera Cutimbo</b>	<b>Cantera Santa María</b>
Contenido de aire atrapado en el concreto	Contenido de aire atrapado en el concreto
1.50%	1.50%

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

## h. Relación de agua cementos

Estos datos son extraídos de tabla 211 del ACI según las normas técnicas de edificaciones al E-060, en la relación de agua cemento es un papel muy importante se toma el dato según el concreto que va estar expuesto, por ello se extrajo estos datos por resistencia de la tabla 3.6, esta relación de a/c es para el diseño de mezclas por durabilidad o por resistencia como también por acciones de exposición, de concreto, antes de iniciar el diseño esta relación debe ser estable. De las tablas se obtiene los siguientes resultados.

*Tabla 35 Relación agua – cemento*

<b>Cantera Cutimbo</b>	<b>Cantera Santa María</b>
Relación de Agua Cemento	Relación de Agua Cemento
0.558	0.558

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

## i. Factor cemento

$FC = \text{Vol. unitario de agua} / \text{relación de agua cemento}$

*Tabla 36 Factor cemento*

<b>Cantera Cutimbo</b>	<b>Cantera Santa María</b>
factor cemento	factor cemento
8.14 bols/m <sup>3</sup>	8.14 bols/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

## J. Cálculo de volumen de agregado grueso.

A partir de este cálculo del contenido de agregado grueso del coeficiente nos permite obtener concretos con una trabajabilidad adecuada para su colocación que se requiere y como resultado tenemos.

*Tabla 37 Cálculo de volumen de agregado grueso*

<b>Cantera Cutimbo</b>	<b>Cantera Santa María</b>
957 Kg/m <sup>3</sup>	1020 Kg/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### k. Cálculo de volumen absoluto

Este cálculo es conocido también como los volúmenes de cemento, agregados y aire atrapado en el concreto resulta como la suma de los volúmenes absolutos en unidades metros cúbicos. Es de 0.7216 y 0.7376 (Cutimbo y Santa María).

### i. Cálculo de contenido de agregado fino

Es cálculo de volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos multiplicado por su peso sólido

*Tabla 38 Cálculo de contenido de agregado fino*

<b>Cantera Cutimbo</b>	<b>Cantera Santa María</b>
662 kg/m <sup>3</sup>	643 kg/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### m. Cálculo de valores de diseño

Es la cantidad de materiales a ser empleada por metro cúbico.

*Tabla 39 Cálculo de valores de diseño*

<b>Componentes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantera</b>	<b>Cantera</b>
		<b>Cutimbo</b>	<b>Santa María</b>
		<b>Materiales</b>	<b>Materiales</b>
Cemento	Kg/m <sup>3</sup>	345	346
Agua de diseño	l/m <sup>3</sup>	193	193
Agregado fino seco	Kg/m <sup>3</sup>	662	643
Agregado grueso seco	Kg/m <sup>3</sup>	957	1020

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### n. Corrección por humedad

Es corrige por humedad para cuantificar agua de mezcla en porciones calculas esto es corregido como los agregados finos y gruesas, debido al contenido de agua que tienen los agregados.

Tabla 40 Corrección por humedad

Componentes	Und.	Cantera	Cantera Santa
		Cutimbo	María
		Materiales	Materiales
Cemento	Kg/m <sup>3</sup>	346	346
Agua de Diseño	Lt/m <sup>3</sup>	136	175
Agregado Fino Seco	Kg/m <sup>3</sup>	720	664
Agregado Fino Grueso	Kg/m <sup>3</sup>	1004	1050

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

#### o. Proporciones del diseño de mezcla en peso

Las proporciones finales tenemos los siguientes

Tabla 41 Proporciones del diseño de mezclas en peso

Componentes	Unidad	Cantera	Cantera
		Cutimbo	Santa María
		Materiales	Materiales
Cemento	Bol.	1.00	1.00
Agregado fino	lt/m <sup>3</sup>	2.08	1.92
Agregado grueso	Kg/m <sup>3</sup>	2.9	3.03
Agua de efectiva en lit/saco	Lt.	16.7	21.5

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Finalmente tenemos las variaciones de las proporciones que presentan estas canteras, donde la cantera Santa María tiene mayor cantidad de demanda de agregado grueso y menor cantidad de agregado fino, mientras la cantera Cutimbo presenta poco menor.

Estas proporciones finales son utilizadas para la dosificación de la mezcla en obra, es un requisito indispensable para la ejecución de obras o para la elaboración de concretos con resistencias deseadas.

#### Interpretación

En la secuencia de diseño de mezclas todas las tablas utilizadas están basadas en el tipo de asentamiento, el tamaño máximo nominal, porcentaje de aire incorporado,

condiciones de exposición, módulo de fineza, y contenido de cemento, tal como vemos las proporciones de los agregados de ambas canteras son casi iguales, el agua efectiva de la cantera Santa María es mayor en 4.8 lit. Que la cantera Cutimbo, en el agregado grueso es mayor a 12.87% que el agregado fino, en la cantera Cutimbo el agregado Grueso es mayor a 17.27% que el agregado fino en cantera Santa María.

## 4.2 Resultado comparativo de mecánicas de agregados

### 4.2.1 Resultado ensayo de abrasión de los agregados

#### 4.2.1.1 Resumen de los resultados de abrasión “en la máquina de los Ángeles”

*Tabla 42 Resumen de ensayo de abrasión "máquina de los ángeles"*

	Und.	Cantera Cutimbo	Cantera Santa María
<b>Resistencia al desgaste</b>	%	77.24	74.11
<b>Porcentaje de pérdida</b>	%	22.76	25.89

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

### Interpretación

De la cantera Cutimbo tenemos valores del desgaste de 3.13% menos que la cantera Santa María, estos nos indica que la resistencia es mayor que la resistencia de la cantera Santa Mará y es favorable para la elaboración de concreto para las construcciones de carreteras, y las canteras de Santa María se puede usar para las construcciones de edificaciones, las partículas fracturadas por el factor erosiva de las agua pluviales generalmente no resisten a la abrasión, pero los agregado de estas canteras son resistentes tampoco tiene muchas fracturas. Están dentro de los límites permisibles normativas norma NTP 400.19 Y ASTM C 131 no deberá tener menos de 50% de resistencia al desgaste.

## 4.2.2 Resultados ensayo de resistencia a la compresión simple del concreto.

### 4.2.2.1 Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39)

Se emplea la resistencia a compresión por la facilidad en la realización de los ensayos, y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran incrementándose esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). (Abanto Castillo, 1994).

### 4.2.2.2 Resumen comparativo de la resistencia a la compresión simple

Tabla 43 Resumen comparativo de la resistencia a la compresión simple

CALICATAS		RESISTENCIA	EDAD	CANTERA		CANTERA SANTA	
		DE	DÍAS	CUTIMBO	%	MARÍA	%
		DISEÑO Kg/Cm <sup>2</sup>	DÍAS	ROTURA Kg/Cm <sup>2</sup>	%	ROTURA Kg/Cm <sup>2</sup>	%
C1	1	210	28	181.64	86.49	278.27	132.51
	2	210	28	228.79	108.95	293.93	139.97
	3	210	28	243.18	115.80	275.92	131.39
C2	1	210	28	226.40	107.81	223.75	106.55
	2	210	28	201.22	95.82	254.46	121.17
	3	210	28	255.97	121.89	292.33	139.20
C3	1	210	28	244.18	116.28	272.22	129.63
	2	210	28	217.00	103.34	263.71	125.58
	3	210	28	202.42	96.39	303.55	144.55

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### Interpretación

La rotura de las briquetas de la cantera Cutimbo en promedio es 105.86% es mucho menor con respecto a la cantera Santa María que en promedio es de 130.06% con una resistencia de diseño de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.

### 4.3 Resultados comparativos estadísticos

Se ha realizado el análisis estadístico de las probetas del concreto a los 7 y 28 días, por ser los extremos para saber la evolución de la resistencia  $f'c$ .

#### 4.3.1 Pruebas realizadas de las briquetas de las canteras Cutimbo y Santa María a los 7 y 28 días, calicatas C1, C2, C3.

##### a) Diseño de concreto de la cantera Cutimbo $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días

##### Cantera Cutimbo C1

Tabla 44 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-01 a los 7 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	$F'c (Xi)$	$(Xi-U)$	$(Xi-U)^2$
	156.26	16.05	257.71
	131.68	-8.53	72.70
	132.68	-7.53	56.65
MEDIA $\mu$	140.21		387.06
VARIANZA $\sigma^2$			129.02
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			11.36
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			8.10

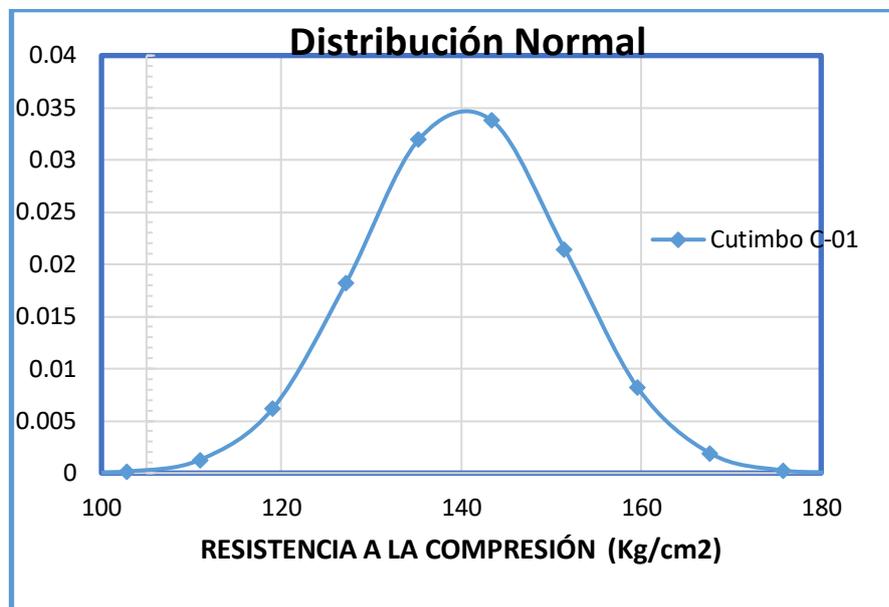


Figura 28 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-01

## Interpretación

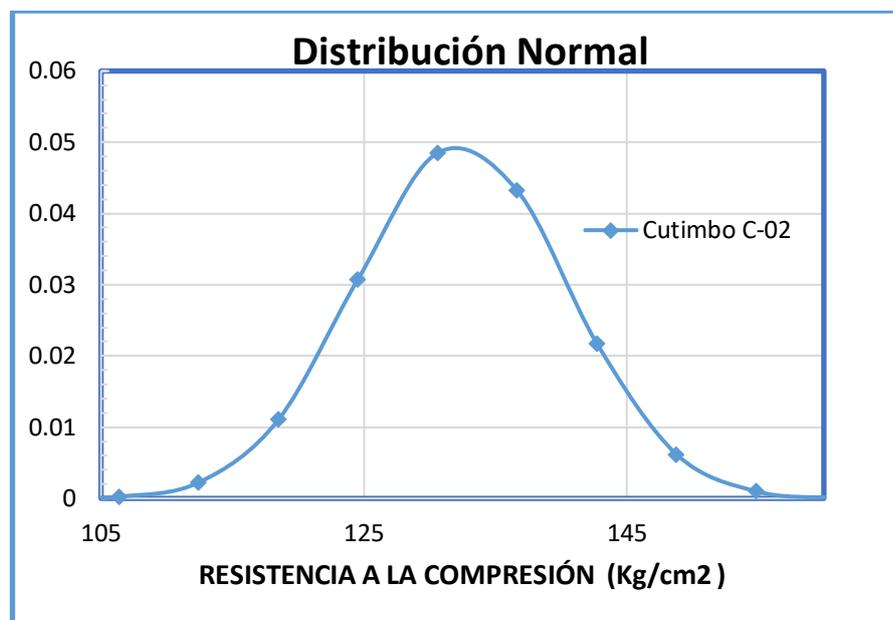
De la cantera Cutimbo tenemos a la edad de 7 días una desviación estándar menor a 14, es considerado como excelente de acuerdo de la tabla 3.8, un coeficiente de variación de 8.10 considerado como deficiente. Con mayor dispersión entre sus datos tal como muestra la representación gráfica. Entonces como conclusión la calidad es deficiente

### b) Diseño de concreto de la cantera Cutimbo $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días

#### Cantera Cutimbo C – 02

*Tabla 45 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-02 a los 7 días*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	123.09	-9.32	86.92
	142.67	10.26	105.20
	131.48	-0.93	0.87
MEDIA $\mu$	132.41		192.99
VARIANZA $\sigma^2$			64.33
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			8.02
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			6.06



*Figura 29 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  a los 7 días C-02*

## Interpretación

De la cantera Cutimbo tenemos a la edad de 7 días, con una desviación estándar menor a 14, considerado como excelente según la tabla 3.8, un coeficiente de variación de 6.06 considerado como deficiente de la misma tabla. Con una dispersión moderada entre sus datos. Como se ve en la gráfica de distribución normal, y como conclusión tenemos deficiente

### c) Diseño de concreto de la cantera Cutimbo $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días

#### Cantera Cutimbo C – 03

Tabla 46 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-03 a los 7 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	$F'c (X_i)$	$(X_i - U)$	$(X_i - U)^2$
	142.87	3.73	13.91
	131.68	-7.46	55.65
	142.87	3.73	13.91
MEDIA $\mu$	139.14		83.48
VARIANZA $\sigma^2$			27.83
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			5.28
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			3.79

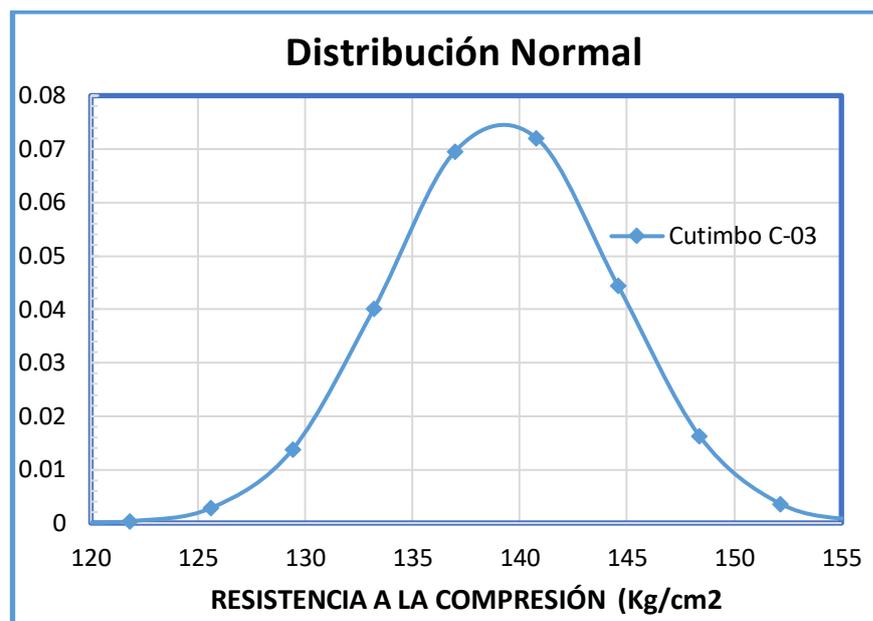


Figura 30 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-03

## Interpretación

De la cantera Cutimbo tenemos la resistencia de briquetas a la edad de 7 días, con una desviación estándar menor a 14, considerado como excelente quiere decir que ha habido un buen control de ensayo de laboratorio, un coeficiente de variación de 3.79 considerado como bueno según la tabla 3.8. Con una dispersión moderada entre sus datos. Como se ve en la gráfica de distribución normal, y como conclusión tenemos considerando bueno.

### a) Diseño de concreto de la cantera Cutimbo $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

#### Cantera Cutimbo C – 01

Tabla 47 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-01 a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	$F'c (Xi)$	$(Xi-U)$	$(Xi-U)^2$
	181.64	-36.23	1312.61
	228.79	10.92	119.25
	243.18	25.31	640.60
MEDIA $\mu$	217.87		2072.46
VARIANZA $\sigma^2$			690.82
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			26.28
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			12.06

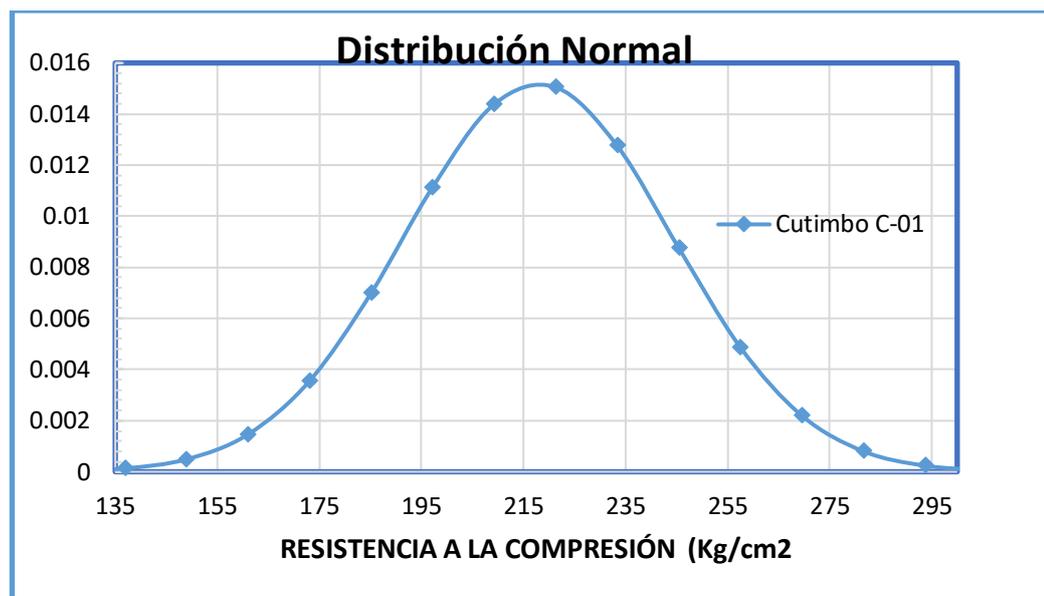


Figura 31 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-01

## Interpretación

De la cantera Cutimbo tenemos a la edad de 28 días, la prueba de resistencia obtenida en el laboratorio, según estadísticamente resulta con una desviación estándar mayor a 24.6, es deficiente quiere decir insuficiente, un coeficiente de variación de 12.06 es deficiente según la tabla 3.8, la dispersión de los datos es mínima. Como se muestra gráfica de distribución normal, entonces el uso de este agregado es deficiente.

### b) Diseño de concreto de la cantera Cutimbo $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

#### Cantera Cutimbo C – 02

Tabla 48 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-02 a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	226.40	-1.46	2.14
	201.22	-26.64	709.87
	255.97	28.11	789.98
MEDIA $\mu$	227.86		1501.99
VARIANZA $\sigma^2$			500.66
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			22.38
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			9.82

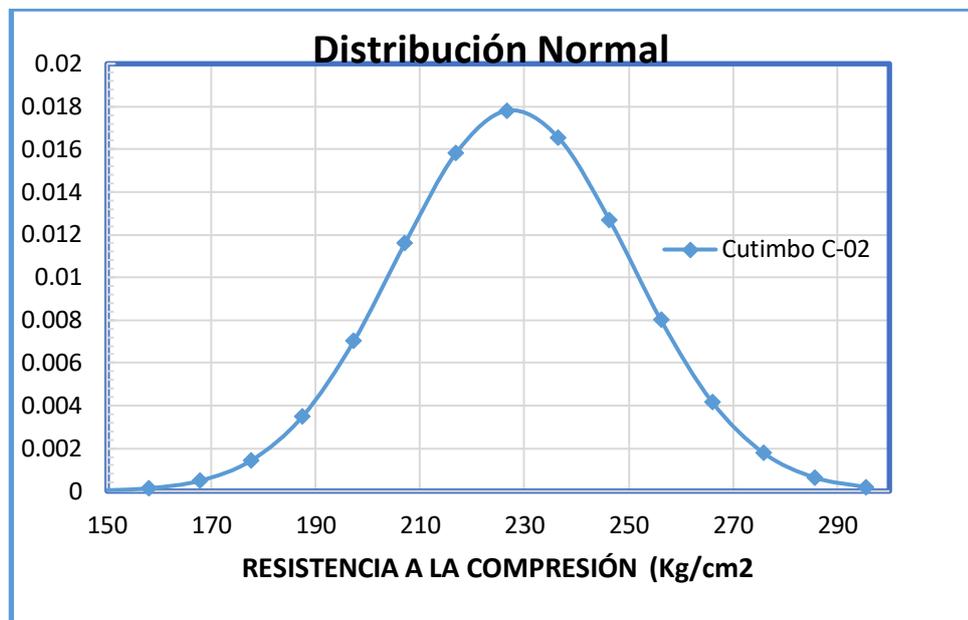


Figura 32 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-02

## Interpretación

De la cantera Cutimbo tenemos a la edad de 28 días, según la estadística su desviación estándar entre 21.1 y 24.6, es suficiente quiere decir insuficiente, un coeficiente de variación de 9.82 es deficiente según la tabla 3.8, la dispersión de sus datos es mínima, como muestra en la gráfica de distribución normal, y se concluye con el uso de agregado Cutimbo es deficiente.

### c) Diseño de concreto de la cantera Cutimbo $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

#### Cantera Cutimbo C – 03

Tabla 49 Análisis estadístico: cantera Cutimbo C-03 a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	244.18	22.98	528.08
	217.00	-4.20	17.64
	202.42	-18.78	352.69
MEDIA $\mu$	221.20		898.41
VARIANZA $\sigma^2$			299.47
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			17.31
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			7.82

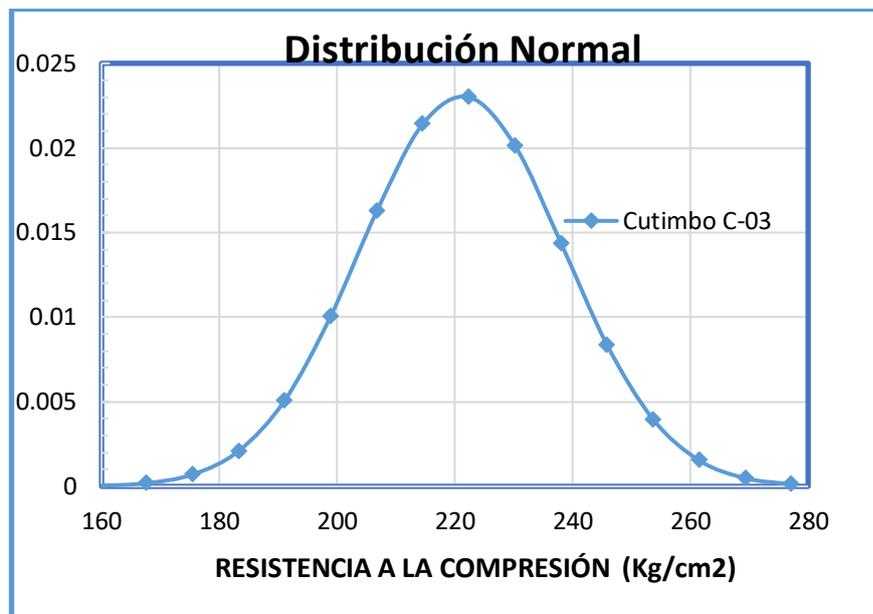


Figura 33 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-03

## Interpretación

De la cantera Cutimbo tenemos a la edad de 28 días, según la estadística su desviación estándar está dentro de 14.1 y 17.6, es muy bueno, un coeficiente de variación de 7.82 es deficiente según la tabla 3.8, la dispersión de sus datos es mínima, como muestra en la gráfica de distribución normal, y se concluye con el uso de agregado Cutimbo es deficiente.

### a) Diseño de concreto de la cantera Santa María $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 07 días

#### Cantera Santa María C – 01

Tabla 50 Análisis estadístico: cantera Santa María C-01 a los 7 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	171.57	4.03	16.21
	172.31	4.77	22.72
	158.75	-8.79	77.32
MEDIA $\mu$	167.54		116.26
VARIANZA $\sigma^2$			38.75
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			6.23
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			3.72

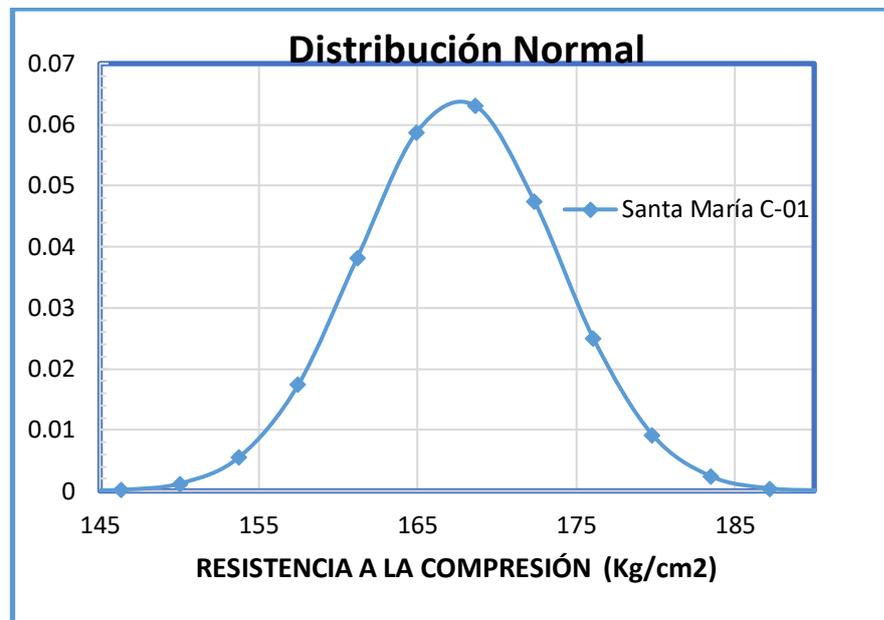


Figura 34 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-01

## Interpretación

De la cantera Santa María tenemos a la edad de 07 días, según la estadística su desviación estándar menor a 14, es excelente, un coeficiente de variación de 3.72 es bueno según la tabla 3.8, la dispersión de sus datos es mínima, como muestra en la gráfica de distribución normal, y se concluye con el uso de agregado Santa María es bueno.

### b) Diseño de concreto de la cantera Santa María $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 07 días

#### Cantera Santa María C – 02

Tabla 51 Análisis estadístico: cantera Santa María C-02 a los 7 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	$F'c (X_i)$	$(X_i-U)$	$(X_i-U)^2$
	162.08	-11.92	142.09
	177.12	3.12	9.73
	182.80	8.80	77.44
MEDIA $\mu$	174.00		229.26
VARIANZA $\sigma^2$			76.42
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			8.74
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			5.02

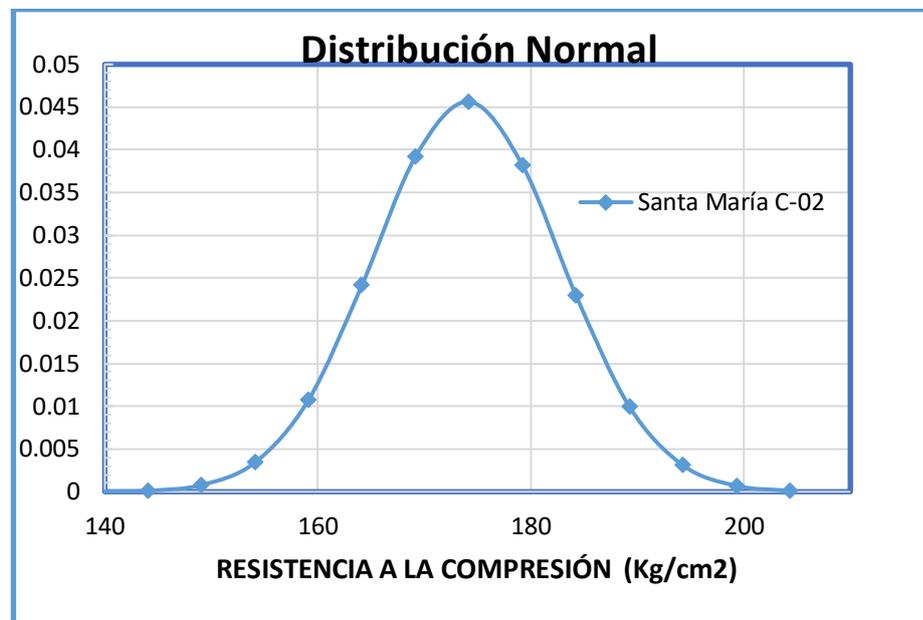


Figura 35 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-02

## Interpretación

De la cantera Cutimbo tenemos a la edad de 07 días, la prueba de resistencia obtenida en el laboratorio, según estadísticamente resulta con una desviación estándar menor a 14, es excelente, un coeficiente de variación de 5.02 es deficiente según la tabla 3.8, la dispersión de los datos es mínima. Como se muestra gráfica de distribución normal, entonces el uso de este agregado es deficiente.

### c) Diseño de concreto de la cantera Santa María $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 07 días

#### Cantera Santa María C – 03

Tabla 52 Análisis estadístico: cantera Santa María C-03 a los 7 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	$F'c (Xi)$	$(Xi-U)$	$(Xi-U)^2$
	182.43	-1.40	1.95
	189.71	5.88	34.61
	179.34	-4.49	20.13
MEDIA $\mu$	183.83		56.69
VARIANZA $\sigma^2$			18.90
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			4.35
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			2.36

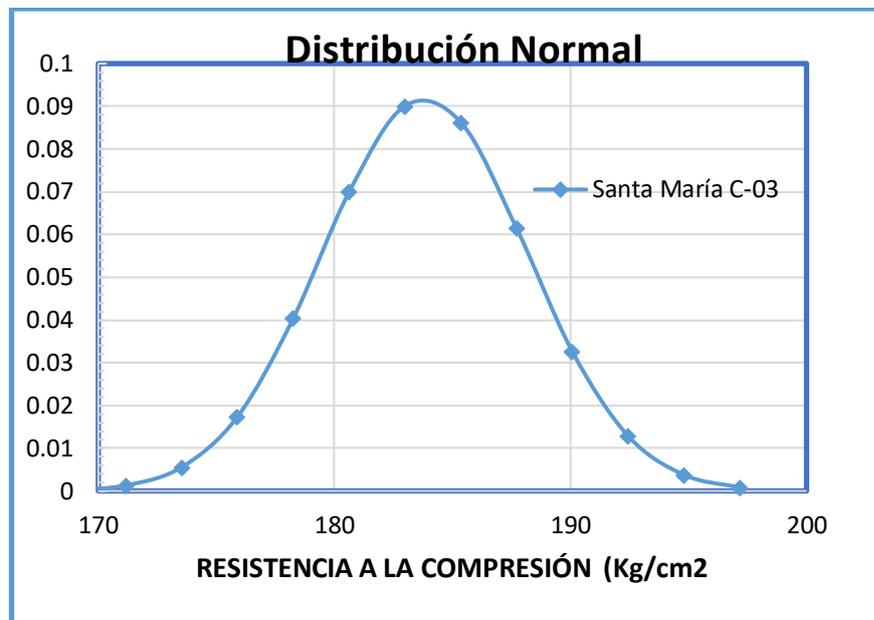


Figura 36 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 7 días C-03

## Interpretación

De la cantera Santa María tenemos a la edad de 07 días, la prueba de resistencia obtenida en el laboratorio, según estadísticamente resulta con una desviación estándar menor a 14, es excelente, un coeficiente de variación de 2.36 es muy bueno según la tabla 3.8, la dispersión de los datos es mínima. Como se muestra gráfica de distribución normal, entonces el uso de este agregado es muy bueno.

### a) Diseño de concreto de la cantera Santa María $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

#### Cantera Santa María C – 01

Tabla 53 Análisis estadístico: cantera Santa María C-01 a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	278.27	-4.44	19.68
MEDIA $\mu$	282.71		191.71
VARIANZA $\sigma^2$			63.90
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			7.99
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			2.83

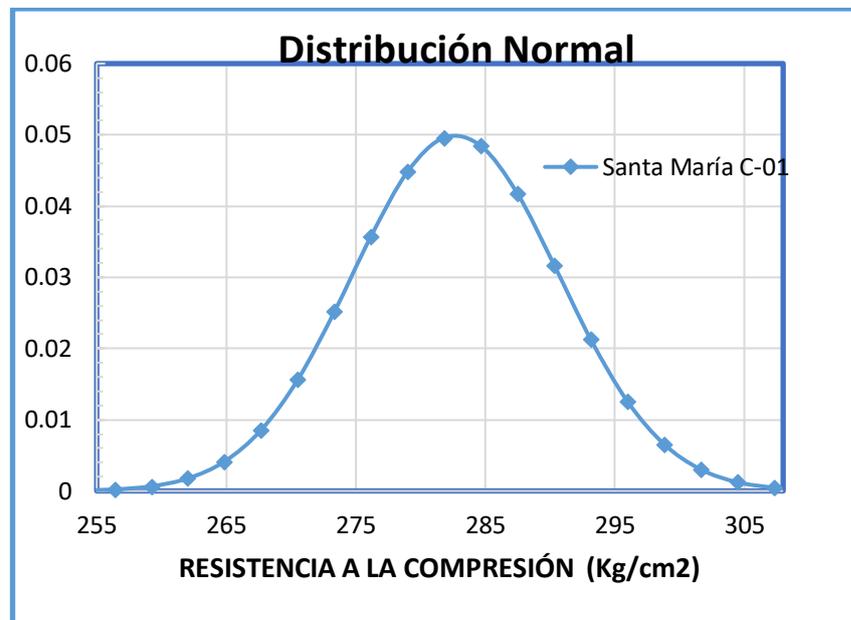


Figura 37 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-01

## Interpretación

De la cantera Santa María tenemos a la edad de 28 días, la prueba de resistencia obtenida en el laboratorio, según estadísticamente resulta con una desviación estándar menor a 14, es excelente, un coeficiente de variación de 2.83 es muy bueno según la tabla 3.8, la dispersión de los datos es mínima. Como se muestra gráfica de distribución normal, entonces el uso de este agregado es muy bueno.

### b) Diseño de concreto de la cantera Santa María $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

#### Cantera Santa María C – 02

Tabla 54 Análisis estadístico: cantera Santa María C-02 a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	$F'c$ (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	223.75	-33.10	1095.39
	254.46	-2.39	5.70
	292.33	35.48	1259.07
MEDIA $\mu$	256.85		2360.15
VARIANZA $\sigma^2$			786.72
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			28.05
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			10.92

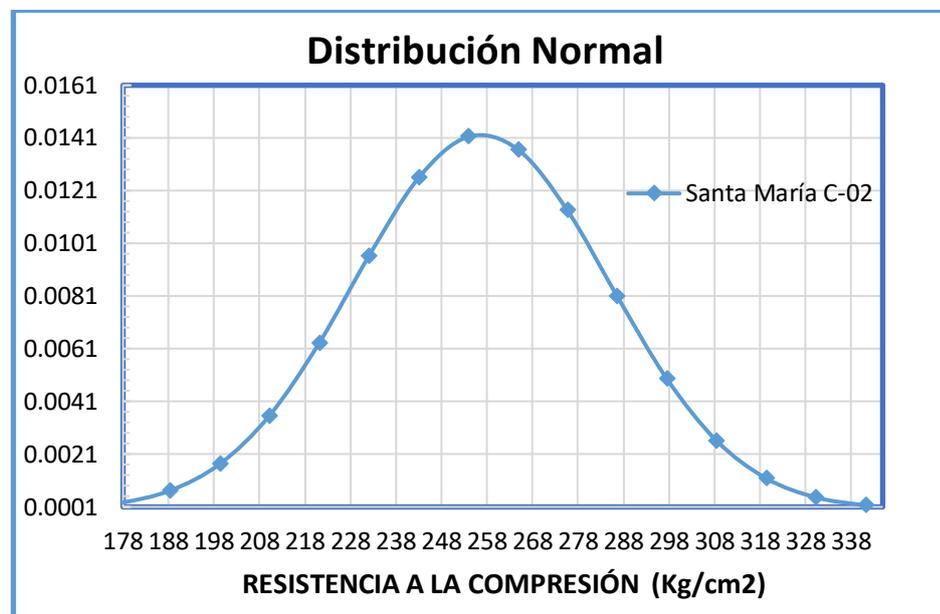


Figura 38 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-02

## Interpretación

De la cantera Santa María tenemos a la edad de 28 días, la prueba de resistencia obtenida en el laboratorio, según estadísticamente resulta con una desviación estándar es mayor a 24.6 es deficiente, un coeficiente de variación de 10.92 es deficiente según la tabla 3.8, la dispersión de los datos es mínima. Como se muestra gráfica de distribución normal, entonces el uso de este agregado es deficiente.

### c) Diseño de concreto de la cantera Santa María $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

#### Cantera Santa María C – 03

Tabla 55 Análisis estadístico: cantera Santa María C-03 a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	$F'c (X_i)$	$(X_i - U)$	$(X_i - U)^2$
	272.22	-7.61	57.86
	263.71	-16.12	259.75
	303.55	23.72	562.80
MEDIA $\mu$	279.83		880.40
VARIANZA $\sigma^2$			293.47
DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$			17.13
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			6.12

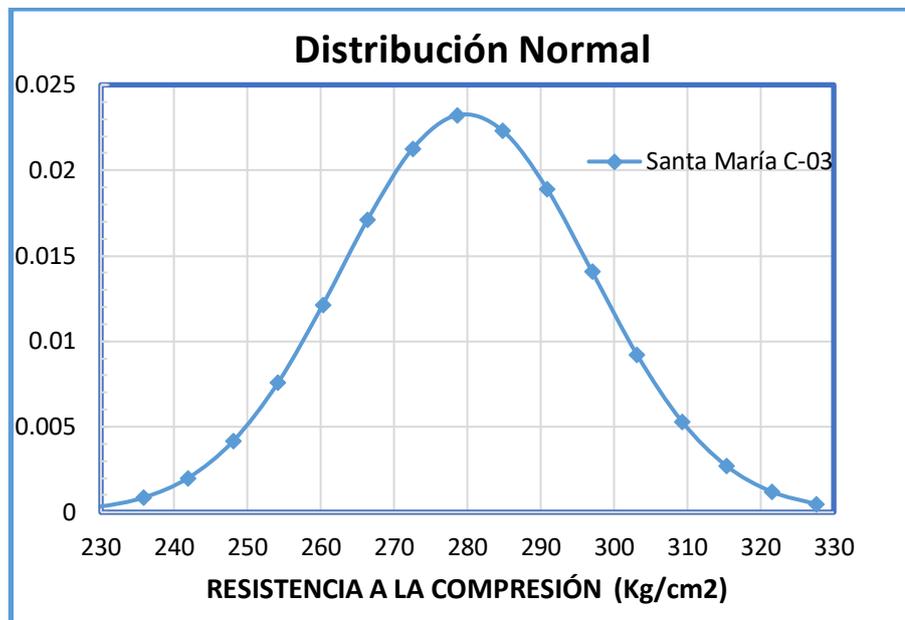


Figura 39 Histograma de frecuencias y distribución normal de concreto a los 28 días C-03

## Interpretación

De la cantera Santa María tenemos a la edad de 28 días, la prueba de resistencia obtenida en el laboratorio, según estadísticamente resulta con una desviación estándar 14.1 y 17.6, es muy bueno, un coeficiente de variación de 6.12 es deficiente según la tabla 3.8, la dispersión de los datos es mínima. Como se muestra gráfica de distribución normal, entonces el uso de este agregado es muy bueno.

### 4.3.2 Resultados realizados de las briquetas de cantera Santa María y Cutimbo a los 7 y 28 días $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , calicatas C1, C2, C3.

#### a) Resistencia a la compresión con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 7 días

##### Calicatas C- 01

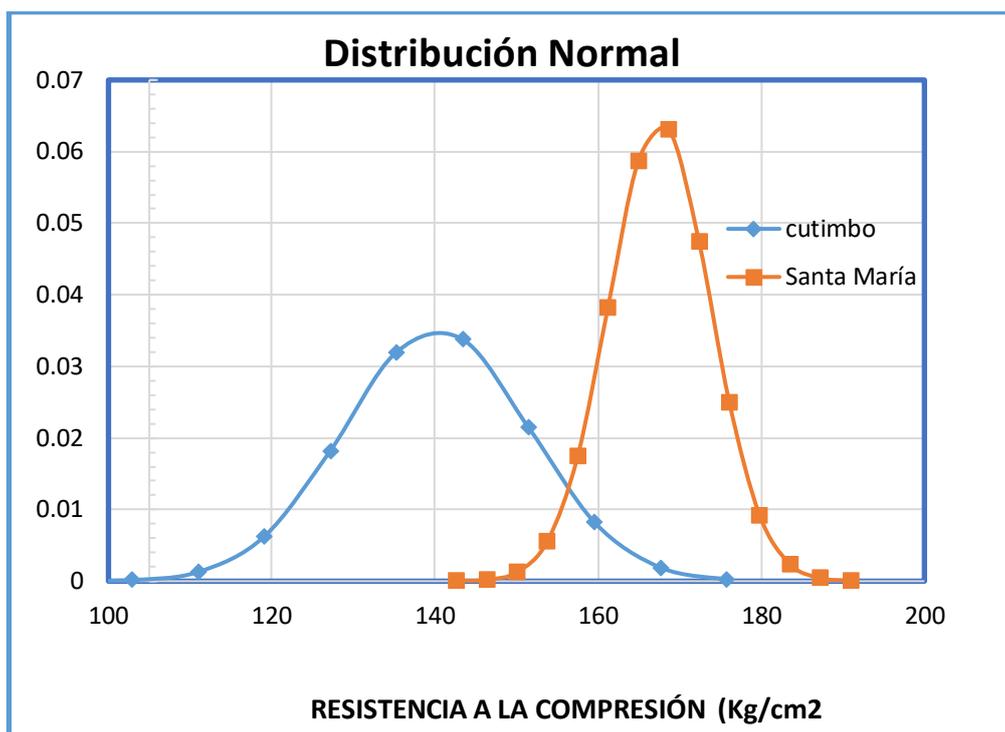


Figura 40 Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 7 días, C-01

Para las pruebas que se realizará a los primeros 7 días, el diseño es por resistencia y con una  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ; de estas canteras que tendremos detalladamente comparando las resistencias obtenidas en el laboratorio. Detallamos lo siguiente:



1.- La magnitud de diferencia entre las resistencias promedio obtenidas de los cálculos  $u_2 - u_1$ .

2.- Hipótesis nula:  $H_0: u_1 = u_2$ ; se propone que las muestras realizadas de las canteras Cutimbo y Santa María obtienen los mismos resultados de la resistencia a la compresión.

3.- Hipótesis alternativa:  $H_1: u_1 < u_2$ , se propone que los valores obtenidos de la resistencia a la compresión de las muestras de la cantera Cutimbo, es menos que de la cantera Santa María.

Entonces se rechaza  $H_0$ , si la muestra de Cutimbo es mayor en cuando la resistencia de promedio.

4.- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

5.- la prueba estadística:

$$Z_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Es analizado dos poblaciones con los datos conocidos como son varianzas y medias

6.- Región de rechazo en la curva de Gauss, de la tabla estadística son el área de rechazo bajo la curva normal, tenemos:

*Tabla 56 Estadística*

<b>Puntuación Z</b>	<b>Distancia de Z a la Media</b>	<b>Área de la Parte Mayor</b>	<b>Área de la Parte Menor</b>
1.64	0.4495	0.9495	0.0505
1.65	0.4505	0.9505	0.0495

*Fuente: Tabla estadística de las áreas*

Las áreas se obtienen interpolando de 0.05, el valor de Z es 1.645.



Rechazar  $H_0: u_1 = u_2$  si  $z_0 < -1.645$ ; es optado el valor negativo porque el área de riesgo se encuentra en la cola izquierdo de la campana de la distribución Normal.

7.- Examinando  $Z_0$

$U_1 = 140.21$ ; Valor de la media de las pruebas de cantera Cutimbo con  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  Obtenido a los 7 días de la edad de las probetas.

$U_2 = 167.54$ ; Valor de la media de las pruebas de la cantera Santa María con  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  obtenido a los 7 días de las probetas

$\sigma_1^2 = 129.021$ ; Valor de la varianza obtenida de la cantera Cutimbo con  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  Obtenido a los 7 días de la edad de las probetas.

$\sigma_2^2 = 38.753$ ; Valor de la varianza obtenida de la cantera Santa María con  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  obtenido a los 7 días de la edad de las probetas.

$$Z_0 = \frac{140.21 - 167.54}{\sqrt{\left[ \frac{129.021}{3} + \frac{38.753}{3} \right]}} \quad Z_0 = -3.655$$

8.- Se concluye que  $Z_0 = -3.655$  es menor que  $-1.645$ , entonces se rechaza  $H_0: u_1 = u_2$  con un nivel de significancia de 0.05, esto nos indica que los concretos elaborados con el agregado de la cantera Santa María es más resistente que la cantera Cutimbo y a los 7 días en su rotura de las probetas de concreto.

**b) Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 7 días**

**Calicatas C – 02**

**Diseño por Resistencia**

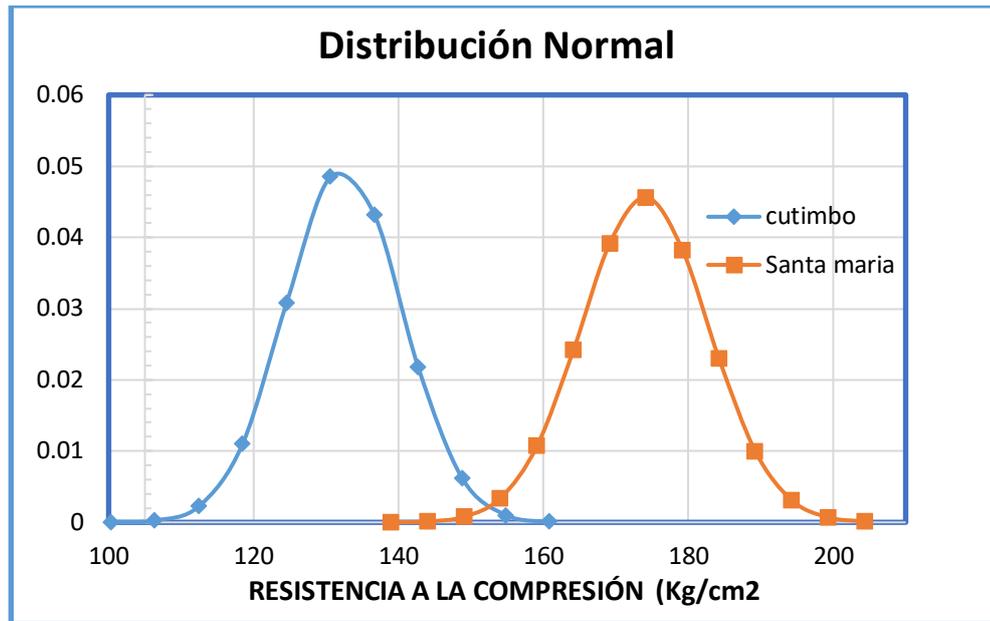


Figura 41 Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 7 días, C-02

1.- La magnitud de diferencia entre las resistencias promedio obtenidas de los cálculos estadísticos  $u_2 - u_1$ .

2.- Hipótesis nula:  $H_0: u_1 = u_2$  propone que ambas tienen el mismo resultado.

3.- Hipótesis alternativa:  $H_0: u_1 < u_2$ , se rechaza al  $H_0$  si la muestra 2 de Santa María es mayor del Cutimbo

4.- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

5.- Estadístico de prueba apropiado:

$$Z_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\left[ \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right]}}$$

6.- Región de rechazo en la curva de Gauss: de la tabla estadística son las áreas de rechazo bajo la curva normal, tenemos:

$$Z = 1.645$$

Rechazar  $H_0: u_1 = u_2$  si  $Z = -1.645$

7.- Examinando  $Z_o$

$$U_1=132.41; U_2= 174$$

$$\sigma_1^2=64.332 \quad \sigma_2^2=76.420$$

$$Z_o = \frac{132.41-174}{\sqrt{\left[\frac{64.332}{3} + \frac{76.420}{3}\right]}} \quad Z=-6.072$$

8.- Se concluye que  $Z_o=-6.072$  es  $<-1.645$  se rechaza entonces  $H_0: u_1=u_2$  con un nivel de significancia de 0.05, y que la muestra de la cantera Santa María es mejor de la cantera Cutimbo a los 7 días con el diseño por resistencia.

c) Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 7 días

Calicatas C – 03

Diseño por Resistencia

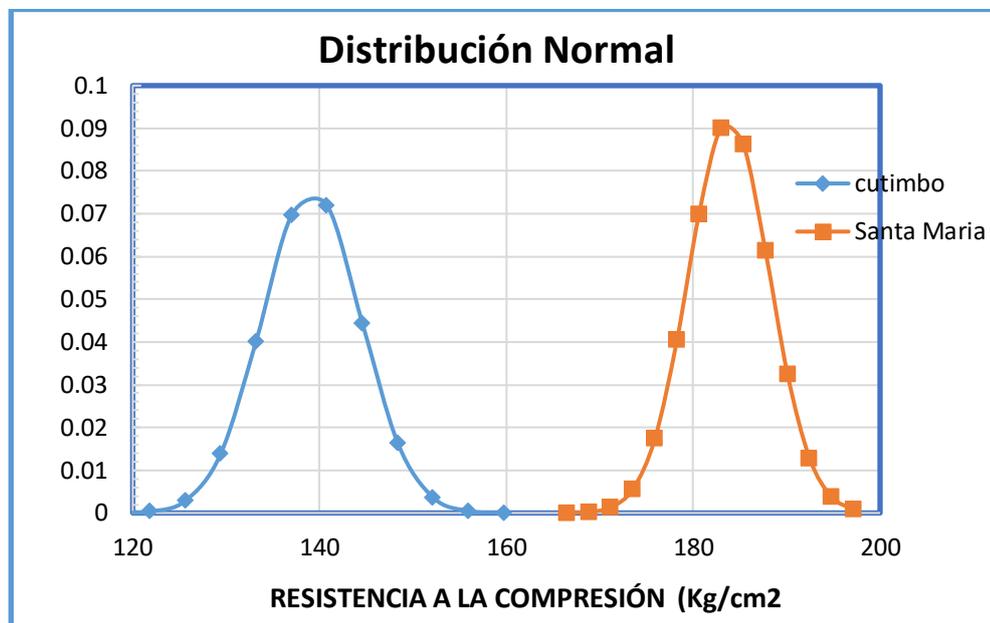


Figura 42 Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 7 días, C-03

1.- La magnitud de diferencia entre las resistencias promedio obtenidas de los cálculos estadísticos  $u_2 - u_1$ .



2.- Hipótesis nula:  $H_0: u_1 = u_2$  propone que ambas tienen el mismo resultado.

3.- Hipótesis alternativa:  $H_0: u_1 < u_2$ , se rechaza al  $H_0$  si la muestra 2 de Santa María es mayor del Cutimbo

4.- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

5.- Estadístico de prueba apropiado:

$$Z_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\left[ \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right]}}$$

6.- Región de rechazo en la curva de Gauss: de la tabla estadística son las áreas de rechazo bajo la curva normal, tenemos:

$$Z = 1.645$$

Rechazar  $H_0: u_1 = u_2$  si  $Z = -1.645$

7.- Examinando  $Z_0$

$$U_1 = 139.14; U_2 = 183.83$$

$$\sigma_1^2 = 27.826 \quad \sigma_2^2 = 18.898$$

$$Z_0 = \frac{139.14 - 183.83}{\sqrt{\left[ \frac{27.826}{3} + \frac{18.898}{3} \right]}} \quad Z = -11.32$$

8.- Se concluye que  $Z_0 = -6.072$  es  $< -1.645$  se rechaza entonces  $H_0: u_1 = u_2$  con un nivel de significancia de 0.05, y que la muestra de la cantera Santa María es mejor de la cantera Cutimbo a los 7 días con el diseño por resistencia.

**a. Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 28 días**

**Calicata C- 01**

**Diseño por resistencia**

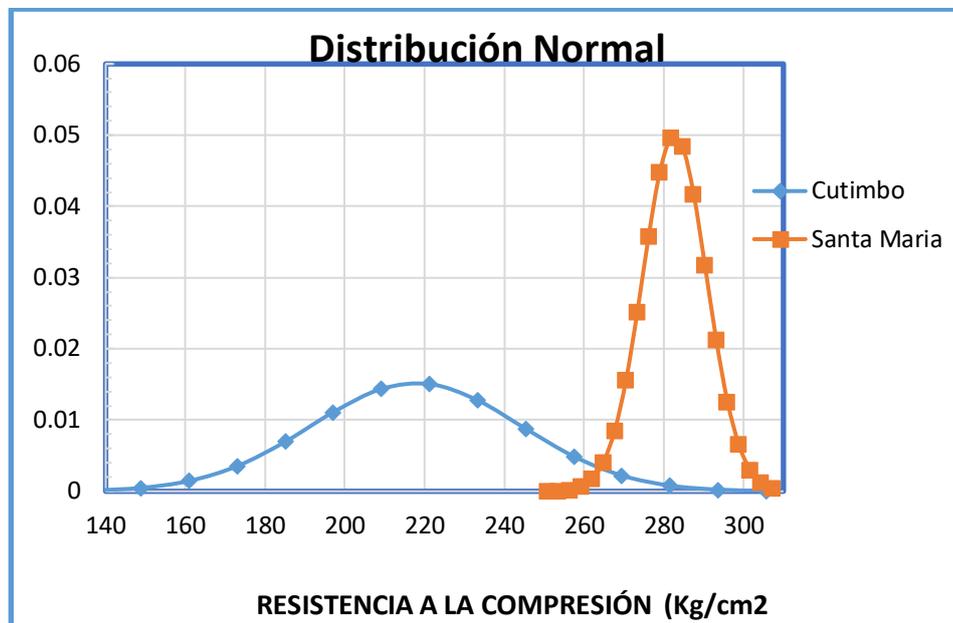


Figura 43 Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 28 días, C-01

- 1.- La magnitud de diferencia entre las resistencias promedio  $u_2 - u_1$ .
- 2.- Hipótesis nula:  $H_0: u_1 = u_2$  propone que ambas canteras son iguales en la resistencia
- 3.-  $H_1: u_1 < u_2$ , se rechaza al  $H_0$  si la muestra de Santa María es mayor del Cutimbo
- 4.- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$
- 5.- La prueba Estadístico:

$$Z_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\left[ \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right]}}$$

6.- Región de rechazo en la curva de Gauss, de la tabla estadística son las áreas de rechazo bajo la curva normal.

$$Z_0 = 1.645$$

Rechazar  $H_0: u_1=u_2$  si  $Z_0=-1.645$

7.- Examinamos de  $Z_0$

$U_1=217.87; U_2=282.71$

$\sigma_1^2=690.818 \quad \sigma_2^2=63.902$

$$Z_0 = \frac{217.87 - 282.71}{\sqrt{\frac{690.818}{3} + \frac{63.902}{3}}} \quad Z = -4.088$$

Se concluye que  $Z_0=-4.088$  es  $<-1.645$  se rechaza al  $H_0: u_1=u_2$  con un nivel de significancia de 0.05, entonces que la muestra de la cantera de Santa María es mayor que de la cantera Cutimbo a los 28 días con en su resistencia final.

#### b. Resistencia a la compresión con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 28 días

##### Calicata C- 02

##### Diseño por resistencia

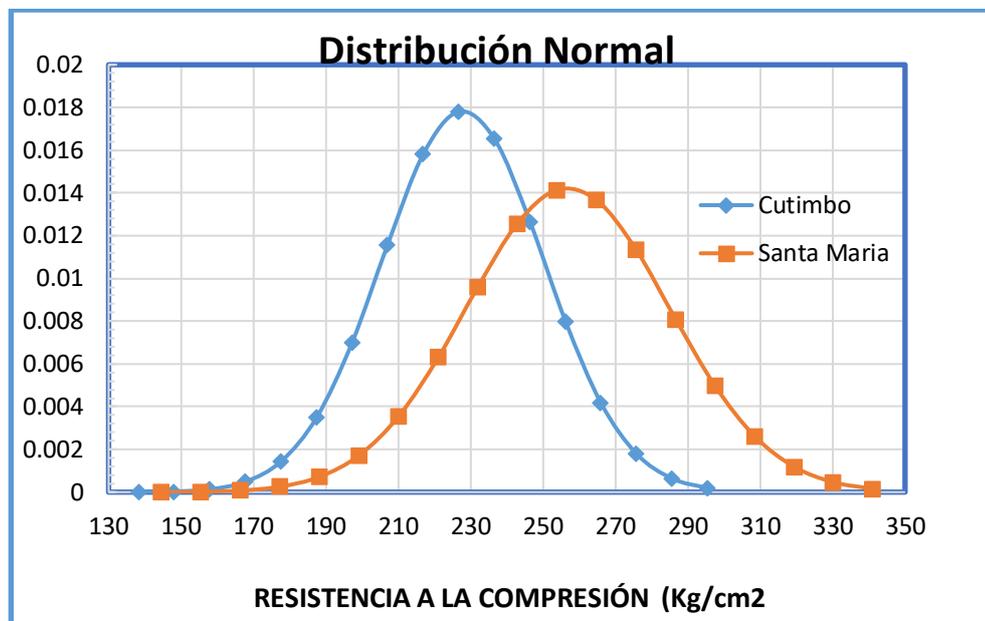


Figura 44 Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 28 días, C-02

1.- La magnitud de diferencia entre las resistencias Promedio  $u_2 - u_1$ .



2.- Hipótesis nula:  $H_0: u_1 = u_2$

3.- Hipótesis alternativa  $H_1: u_1 < u_2$ , se rechaza al  $H_0$ , entonces muestra de la cantera Santa María es mayor del Cutimbo

4.- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

5.- Prueba estadístico

$$Z_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\left[ \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right]}}$$

6.- Región de rechazo en la curva de Gauss, de la tabla estadística son las áreas de rechazo bajo la curva normal, tenemos:  $Z_0 = 1.645$

Rechazar  $H_0: u_1 = u_2$  si  $Z_0 = -1.645$

7.- Examinamos  $Z_0$

$U_1 = 227.86$ ;  $U_2 = 256.85$

$\sigma_1^2 = 500.664$   $\sigma_2^2 = 786.717$

$$Z_0 = \frac{227.86 - 256.85}{\sqrt{\left[ \frac{500.664}{3} + \frac{786.717}{3} \right]}} \quad Z = -1.399$$

8.- Se concluye que  $Z_0 = -1.399$  es  $< -1.645$  se rechaza al  $H_0: u_1 = u_2$  con un nivel de significancia de 0.05, entonces que la resistencia de probeta elaborada de la Cantera de Santa María es mayor que de la cantera Cutimbo a los 28 días en su resistencia final.

**c. Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 28 días**

**Calicata C- 03**

**Diseño por resistencia**

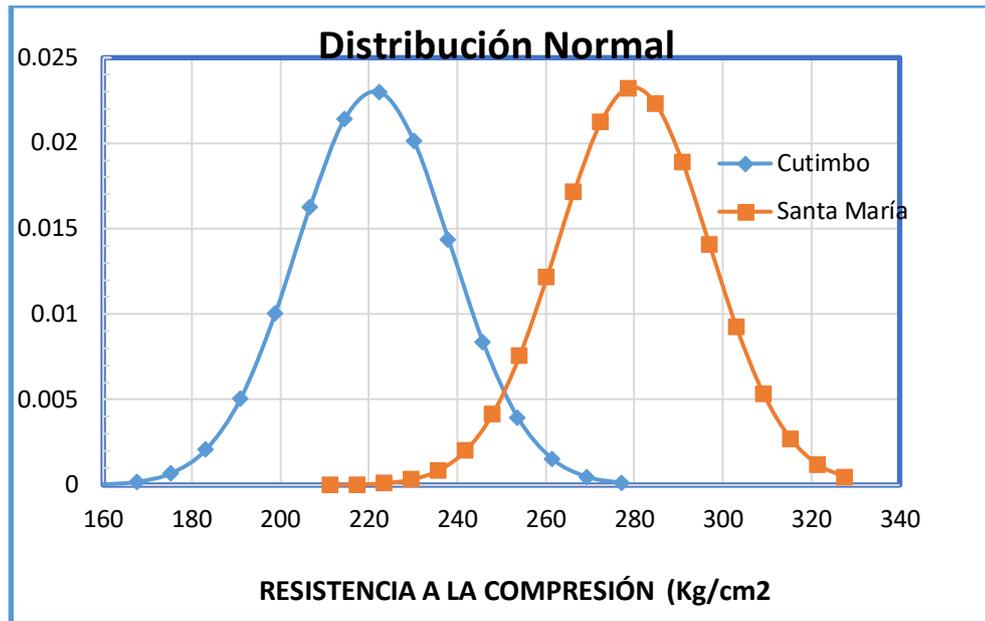


Figura 45 Resistencia a la compresión con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la edad de 28 días, C-03

1.- La magnitud de diferencia entre las resistencias Promedio  $u_2 - u_1$ .

2.- Hipótesis nula:  $H_0: u_1 = u_2$

3.- Hipótesis alternativa  $H_1: u_1 < u_2$ , se rechaza al  $H_0$ , entonces muestra de la cantera Santa María es mayor del Cutimbo

4.- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

5.- Prueba estadístico

$$Z_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\left[ \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right]}}$$

6.- Región de rechazo en la curva de Gauss, de la tabla estadística son las áreas de rechazo bajo la curva normal, tenemos:  $Z_0 = 1.645$

Rechazar  $H_0: u_1 = u_2$  si  $Z_0 = -1.645$

7.- Examinamos  $Z_0$



$$U1=221.2; U2=279.93 \quad \sigma_1^2=299.470 \quad \sigma_2^2=293.468$$

$$Z_o = \frac{221.20 - 279.93}{\sqrt{\left[ \frac{299.470}{3} + \frac{293.468}{3} \right]}} \quad Z = -4.177$$

8.- Se concluye que  $Z_o = -4.177$  es  $< -1.645$  se rechaza al  $H_o: u1=u2$  con un nivel de significancia de 0.05, entonces que la resistencia de probeta elaborada de la cantera de Santa María es mayor que de la cantera Cutimbo a los 28 días en su resistencia final.

### 4.3.3 Conclusión parcial

Tabla 57 Conclusión parcial de estadística de las canteras Cutimbo y Santa María

CUADRO DE CONCLUSIONES ESTADISTICA				
CANTERA	CALICATA	EDAD EN DIAS	RESISTENCIA Kg/Cm2	CONCLUSIONES PARCIALES
Santa María	C - 01	7	210	Que $Z_o = -3,655$ es $< -1.645$ , se rechaza $H_o: u1=u2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Santa Maria es más resistente que de la cantera Cutimbo a la edad de 7 días de rotura.
y Cutimbo				
Santa María	C - 02	7	210	Que $Z_o = -6,072$ es $< -1.645$ , se rechaza $H_o: u1=u2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Santa Maria es más resistente que de la cantera Cutimbo a la edad de 7 días de rotura.
y Cutimbo				
	C - 03	7	210	Que $Z_o = -11,32$ es $< -1.645$ , se



<b>Santa María</b>				rechaza $H_0:u_1=u_2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Sanata María es más resistente que de la cantera Cutimbo a la edad de 7 días de rotura.
<b>y</b>				
<b>Cutimbo</b>				
<b>Santa María</b>	<b>C - 01</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	Que $Z_0=-4,088$ es $< -1.645$ , se rechaza $H_0:u_1=u_2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Santa María es más resistente que de la cantera Cutimbo a la edad de 28 días de rotura.
<b>y</b>				
<b>Cutimbo</b>				
<b>Santa María</b>	<b>C - 02</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	Que $Z_0=-1,399$ es $< -1.645$ , se rechaza $H_0:u_1=u_2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Santa María es más resistente que de la cantera Cutimbo a la edad de 28 días de rotura.
<b>y</b>				
<b>Cutimbo</b>				
<b>Santa María</b>	<b>C - 03</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	Que $Z_0=-4,177$ es $< -1.645$ , se rechaza $H_0:u_1=u_2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Santa María es más resistente que de la cantera
<b>y</b>				
<b>Cutimbo</b>				



Cutimbo a la edad de 28 días  
de rotura.

---

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

## **Interpretación**

Se concluye que el análisis estadístico de los datos extraídos según la edad de las probetas y según su diseño de mezclas, las probetas han sido expuestas al curado en agua todos los días. Concluyendo en todos los casos de las pruebas estadísticas han demostrado de la cantera de Santa María tiene mayor resistencia que alcanzó la resistencia deseada, en este presente proyecto, en cuando el agregado de la cantera Cutimbo también alcanzó la resistencia deseada. Entonces con todas las pruebas realizadas estadísticamente es óptimo el diseño con el material de la cantera Santa María, con una diferencia mayor a 24.2% que Cutimbo. Todas las probetas elaboradas han sido con el cemento portland IP.

## **4.4 Resultados comparativos de costo y beneficio**

### **4.4.1 Potencia de cantera Cutimbo y Santa María**

Es la cantidad del material existente que se pueda extraer del banco de materiales previa limpieza de su alrededor, dicha cantidad explotable puede utilizarse para diversas etapas de la construcción de viviendas familiares.

#### **Potencia bruta**

Se obtiene de multiplicar el área total del banco de materiales por la profundidad investigada.

#### **Potencia neta**



Es la potencia bruta menos los volúmenes de desbroce (superficie que debe eliminarse).

### Potencia aprovechable

Es la potencia neta menos el over.

### Datos de la exploración de canteras

*Tabla 58 Cálculo de áreas de las canteras de cutimbo y santa maría*

Canteras	Cantera. Santa Maria- llave	Cantera. Cutimbo
Área en m2	12250	14050
Área en Has.	1.225	1.405

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

*Tabla 59 Cálculo de potencia de canteras*

<b>CÁLCULO DE POTENCIA DE LAS CANTERAS</b>			
	Und.	C.Santa María	C. Cutimbo
Profundidad Promedio Aprovechable Aproximada	m.	0.80	0.80
Suelo superficial que deberá de eliminarse	m.	0.10	0.10
Over de la Cantera (Material mayor de 3 " después del desbroce)	%	10.0	8.0
<b>POTENCIA BRUTA EN BANCO</b>	m3	9800	11240
Desbroce:	m3	1225	1405
<b>POTENCIA NETA EN BANCO</b>	m3	8575	9835
Over de la Potencia Neta:	%	18.0	10.0
<b>POTENCIA APROVECHABLE EN BANCO</b>	m3	7031.5	8851.5
<b>POTENCIA NETA APROVECHABLE EN CANTERA:</b>	<b>m3</b>	<b>7031.5</b>	<b>8851.5</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### 4.4.2 Costo de operación de mano de obra

Para la producción del concreto, el agregado es transportado desde la cantera hasta la obra, y su compra es de acuerdo al pedido del cliente. Por ende, el análisis es desde el transporte del material de la cantera hasta la producción de concreto, en la actualidad en

el distrito de Puno utilizan la mezcladora común. Como también el personal para el presente proyecto es estimado según la cámara peruana de construcciones

#### 4.4.3 Cuadrilla para elaboración de concreto con material de ambas canteras

Para la elaboración de concreto de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$  de ambas canteras (C. Cutimbo y C. Santa María) se considera el personal lo siguiente:

0.3 Capataz, 2 operarios, 2 oficiales, 10 peones, para el curado del concreto es 0.1 capataz, y 1 peón.

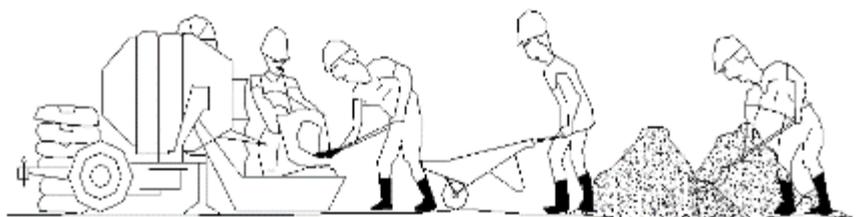
Para equipos y herramientas es considerado como son la mezcladora que está considerado un promedio según en la ciudad de Puno S/. 150.00 la hora.

El precio personal según las fichas técnicas en la ciudad de Puno es: capataz S/. 12.50 la hora, operario S/. 10.00 la hora, oficial S/. 6.50 la hora, y peón S/. 6.50 la hora

Para el rendimiento está en función del personal, como son la edad, altitud, clima en presente proyecto se considera  $25 \text{ m}^3/\text{día}$  y para el curado  $50 \text{ m}^3/\text{día}$

#### 4.4.4 Proceso y costo de preparación de concreto, utilizando equipo para su mezclado

##### PROCESO Y COSTO DE PREPARACIÓN DE CONCRETO, UTILIZANDO EQUIPO PARA SU MEZCLADO



COSTO POR M3 DE CONCRETO  $F'_{cr} = 175 \text{ Kg/cm}^2$  y  $210 \text{ Kg/cm}^2$

*Figura 46 Proceso y costo de preparación de concreto, utilizando equipo para su mezclado*

*Tabla 60 Análisis de costos de mano de obra por horas hombre (hh)*

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	Total
Capataz	hh	0.12	12.50	1.50	
Operario	hh	0.64	10.00	6.40	
Oficial	hh	0.64	6.50	4.16	
Peón	hh	3.36	6.50	21.84	
<b>Costo de Mano de Obra</b>				<b>33.90</b>	<b>33.90</b>
<b>Equipos, Herramientas</b>					
Mescladora	HM	0.32	160.00	51.20	
Herramientas 3% de M. O			0.03	1.02	
<b>Costo de Equipo, Herramienta</b>				<b>52.22</b>	<b>52.22</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### 4.4.4.1 Análisis de costos por m<sup>3</sup> de agregado de cantera Cutimbo

Según los transportistas (Volquetero) el material para la elaboración de concreto es por pedido a los transportistas el material como es el agregado grueso S/. 45.00 por m<sup>3</sup>, y agregado fino S/. 55.00 por m<sup>3</sup> puesto en obra.

Cálculo de precio por unidad de Volumen de agregado para una resistencia de diseño 210 Kg/cm<sup>2</sup>

$$A.F. = \frac{720}{1,0878 * 1522} \quad A.F = 0,435$$

$$A.G = \frac{1004}{1,0489 * 1534} \quad A.G = 0,624$$

*Tabla 61 Análisis de costo por m3 del agregado de la cantera Cutimbo*

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
<b>Materiales</b>				
Cemento	Bls.	8.14	22.50	183.15
Agregado fino	m3	0.435	55.00	23.93
Agregado Grueso	m3	0.624	45.00	28.08
<b>Costo del material</b>				<b>235.16</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*



#### 4.4.4.2 Análisis de costos por m<sup>3</sup> de agregado de cantera Santa María

Cálculo de Volumen de agregado para una resistencia de diseño 210Kg/cm<sup>2</sup>

$$A.F. = \frac{703}{1,033 * 1627} \quad A.F = 0,418 \qquad A.G = \frac{1007}{1,0293 * 1562} \quad A.G = 0,626$$

*Tabla 62 Análisis de costos por m<sup>3</sup> de agregado de c. Santa María*

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
<b>Materiales</b>				
Cemento	Bls.	8.14	22.50	183.15
Agregado fino	m3	0.418	55.00	22.99
Agregado Grueso	m3	0.626	45.00	28.17
<b>costo del material</b>				<b>234.31</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### 4.4.4.3 Transporte del material de agregado de Cutimbo

El transporte de los agregados se ha realizado por contrata el cual el volquete de 10 m<sup>3</sup> de agregado cuesta s/. 400.00, por lo tanto, un m<sup>3</sup> del agregado puesta en obra es de s/. 40.00, para viviendas familiares.

#### 4.4.4.4 Transporte del material de agregado de Santa María

El transporte de los agregados se ha realizado por contrata el cual el volquete de 10 m<sup>3</sup> de agregado cuesta s/. 600.00, por lo tanto, un m<sup>3</sup> del agregado puesto en obra es de s/. 60.00, por la distancia que se encuentra la cantera, el agregado es para viviendas familiares.

#### 4.4.4.5 Resumen de análisis comparativo de resultados de costos de cantera Cutimbo y Santa María.

*Tabla 63 Resultado de análisis económico*

<b>Costo de</b>	<b>C. Cutimbo</b>	<b>C. Santa María</b>
	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>
Mano de obra	33.9	33.9
Equipo herramienta	52.22	52.22
Materiales	235.16	234.31
Transporte	40	60
<b>Total</b>	<b>361.28</b>	<b>380.43</b>

*Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

#### **Interpretación**

La diferencias que existe entre las canteras se observa, el desgaste de las partículas de los agregados de la cantera Cutimbo es menor que la de la cantera Santa María por tanto la resistencia es mayor, que la cantera Santa María, como conclusión tenemos el agregado de la cantera Santa María es óptimo, para elaboración de concreto en las construcciones de viviendas familiares, y la cantera Cutimbo para las construcciones de carreteras por tener mayor resistencia al desgaste de las partículas del agregado.



## V. CONCLUSIONES

### 5.1 Conclusión general

En la calidad de los agregados naturales de las canteras de Cutimbo y Santa María, para la elaboración de concreto  $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ . Se ha analizado las propiedades físicas, químico, se ha observado que la cantera Santa María, presenta mayor calidad tanto en los análisis físicos y químicos, con respecto a la cantera Cutimbo, y cuya influencia se ve manifestado en la mayor calidad de los agregados en la elaboración del concreto, la cantera Santa María nos ofrece mejor resistencia que la cantera Cutimbo y a mayor costo en un 5.03% que la cantera Cutimbo, esto debido a la distancia que se encuentra la cantera.

### 5.2 Conclusión específica

Se ha analizado las propiedades físicas y químicos de la cantera Santa María nos ofrece mayor calidad en la granulometría, peso específico, pesos unitarios sueltos y compactos, contenido de humedad, respecto a la cantera Cutimbo. Los resultados de los ensayos químicos como potencial de hidrógeno, cloruros, sulfatos, sales solubles y materia orgánica cumplen con las especificaciones en ambas canteras.

Los agregados de la cantera Cutimbo tiene menor desgaste que los agregados de la cantera Santa María en 3.13% ofreciendo mayor resistencia en sus partículas de los agregados, en el diseño de mezclas para una dosificación de  $210\text{ kg/cm}^2$ , los agregados de las canteras Cutimbo y Santa María alcanzaron una resistencia a la compresión de  $222.39\text{kg/cm}^2$  (105.9%) y  $273.13\text{ kg/cm}^2$  (130.06%) respectivamente a los 28 días, viendo que la cantera Santa María nos ofrece mayor resistencia que la cantera Cutimbo, esto debido a que tiene poca cantidad de partículas finas o materia orgánica, y mayor peso específico.



El costo por m<sup>3</sup> de concreto con agregados naturales de las canteras Cutimbo y Santa María, para la ciudad de Puno son S/. 361.28 y S/. 380.43 respectivamente, la cantera Santa María nos garantiza mejor resistencia que la cantera Cutimbo. El costo por m<sup>3</sup> de agregados naturales de la cantera Santa María es mayor en S/. 19.15 que la cantera Cutimbo.



## VI. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos de los análisis de las propiedades físicas y químicas en el laboratorio de construcciones, se ve influenciada en la mayor calidad de los agregados naturales de las canteras de Cutimbo y Santa María, por tanto se recomienda que el diseño sea siempre por resistencia para garantizar la calidad del concreto, y tener un control adecuado para el diseño de mezclas del concreto con personal capacitado, se han demostrado propiedades físicas de los agregados naturales o llamado canto rodado, la más adecuada para elaboración de concretos es recomendable usar los agregados de la cantera Santa María que esto mismo nos demuestra una resistencia de compresión deseada y económico, mientras de la cantera Cutimbo se recomienda un tratamiento adecuado para el diseño de mezclas o utilizar aditivos para garantizar la calidad de concreto, la cantera Cutimbo, para el diseño de mezclas de concreto. Como por ejemplo tiene materia fina como son arcilla, limo, polvo, por tanto, se recomienda el lavado del agregado con agua potable o aguas libres de sustancias perjudiciales, que estos mismos serán el concreto pierda la resistencia, y será permeable como también corre el riesgo a fisurarse.

Resistencia a la compresión: Los análisis de los agregados naturales del concreto llegamos obtener resistencia a la compresión de  $222.39 \text{ kg/cm}^2$  (105.9%) y  $273.13 \text{ kg/cm}^2$  (130.06%) 95.82% (Cutimbo y Santa María), la cantera Santa María, este llega alcanzar a la resistencia deseada, por ende se recomienda personal capacitado o calificado para elaboración de concretos, mientras la cantera Cutimbo se recomienda utilizar aditivos para alcanzar las resistencias deseadas, que este mismo debe tener control adecuado para el diseño de mezclas para garantizar la calidad de concreto. El desgaste de los agregados naturales de la cantera Cutimbo es menor que la cantera Santa María en 3.13%, por lo



tanto, se recomienda a la población Puneña utilizar agregados de la cantera Cutimbo para carreteras, y los agregados de la cantera Santa María para edificaciones.

El costo por m<sup>3</sup> de agregados naturales de la cantera Santa María es mayor en S/. 19.15 que la cantera Cutimbo, por lo que se recomienda a la población Puneña, utilizar agregados de la cantera Cutimbo para las construcciones de carreteras y canales por tener menor desgaste por ende mayor resistencia que la cantera Santa María, y agregados de Santa María para las construcciones de edificaciones y carreteras.



## VII. REFERENCIAS

- Abanto, F. (1995).** *Tecnología del concreto*. Lima, Perú: Universidad Mayor de San Marcos.
- Beltranena, Emilio.** *Agregados para concreto*. Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1952.
- Delgado Contreras. G. (2006).** *Costos y presupuestos en edificaciones*. Cuarta Edición, Lima- Perú
- García Makepeace y Ana Lucrecia. (2006)** *Evaluación de Calidad de los agregados en el Departamento de Huehuetenango para su utilización en la producción de concreto*. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.
- Hernandez, R. & Fernandez, C. & Baptista, P. (2006).** *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana.
- Neville y Brooks, A.M. j.j. (1998).** *Tecnología de concreto*. Primera edición en español, México
- Pasquel Carvajal, E. (1998).** *Tópicos de Tecnología del Concreto*. Segunda Edición, Ediciones Colegio de ingenieros, Perú
- Pinto Alonso, Carlos Enrique. (2004)** *Caracterización de bancos para agregados de concreto y morteros, ubicados en los municipios de Tactic y San Cristóbal Verapaz, en el departamento de Alta Verapaz*. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería,
- Ramos Salazar, J. (2002).** *Costos y presupuestos en edificaciones*. Ingeniero Cámara Peruana de la construcción, Lima
- Rivva Lopez, E. (2010).** *Materiales para el concreto*. Instituto de la construcción y gerencia fondo editorial ICG, segunda edición, Lima-Perú
- Rivva Lopez, E. (2012).** *Ataques al concreto*. Instituto de la construcción y gerencia, fondo editorial ICG, Lima-Perú



**Rivva Lopez, E.(2007).** *Diseño de mezclas*, segunda edición, Lima Perú.

**Román Ávila, Luis Rolando. (2003)** *Examen petrográfico y análisis mineralógico de los bancos de materiales de la ciudad de Chimaltenango*. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.

## **Normas**

**ASTM C 31/ C 31M. (2003).** *Práctica estándar para fabricación y curado de especímenes de concreto*. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.

**ASTM C39/C39M. (2014).** *Método de prueba estándar para resistencia a La compresión de Los especímenes cilíndricos de concreto*. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.

**EM 2000, MTC E 108 – 2000,** *Método de ensayos para determinar el contenido de humedad de un suelo*, 2000.lima, Perú.

**EM 2000, MTC E 204 – 2000, ASTM C – 136,** *Método de análisis granulométrico de agregado grueso y fino* 2000, lima, Perú.

**EM 2000, MTC E 205 – 2000, ASTM C – 128,** *Método de peso específico y absorción de agregado grueso y fino* 2000, lima, Perú

**NTP\_400.012. (2002).** *Análisis granulométrico del agregado fino y grueso global*. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.

**NTP\_400.021. (2002).** *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso*. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.



## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

**DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE LOS AGREGADOS EN LA  
GRANULOMETRÍA, CONTENIDO DE HUMEDAD, PESOS UNITARIOS,  
PESOS ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN, CHATAS Y ALARGADAS.**



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**COSTANCIA DE USO DE EQUIPOS Y LABORATORIO DE  
CONSTRUCCIONES**

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES  
DE LA FICA**

**Hace constar:**

Que el tesista, conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil Bach: **FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Construcciones - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: **"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017"**.

Los ensayos que realizo son los siguientes.

Nº	ENSAYOS	CANTIDAD
1	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO	08
2	CONTENIDO DE HUMEDAD	06
3	PESO UNITARIO	06
4	PESO ESPECIFICO	04
5	ROTURA DE BRIQUETAS	54
6	ABRASION "LOS ANGELES"	02

*Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Construcciones.*

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

Puno, C. U. 04 de Julio de 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES FICA  
  
MSc. Ing. Gino E. Lauque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS Y LABORATORIO  
DE CONSTRUCCIONES**

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES  
DE LA FICA**

**Hace constar:**

Que el tesista, conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil Bach: **FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Construcciones - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: **"ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA – ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017"**.

Los ensayos adicionales que realizo son los siguientes:

**Porcentaje de Ensayo de Chatas y Alargadas del Agregado de Cutimbo,  
realizado el día 06/11/2019**

Tamiz pulg.	Peso Retenido total en gr.	% total	P. Chatas	% Chatas	P. Alargadas	% Alargadas	p. chat. y alarg.
1"	301,1	15,00	23,23	7,72	23,34	7,75	46,57
3/4"	481,54	23,99	0	0,00	53,37	11,08	53,37
1/2"	826,53	41,18	20,2	2,44	63,46	7,68	83,66
3/8"	398	19,83	76,75	19,28	105,19	26,43	181,94
Pesos	<b>2007,17</b>	<b>100,00</b>	<b>120,18</b>		<b>245,36</b>		<b>365,54</b>

$$\% \text{ de Chatas y Alargadas} = \frac{\text{Peso. Chatas y Alargadas}}{\text{Peso. Retenido total}}$$

$$\% \text{ de Chatas y Alargadas} = 18,21\%$$



**Porcentaje de Ensayo de Chatas y Alargadas del Agregado de Santa María, realizado el día 07/11/2019.**

Tamiz pulg.	Peso Retenido total en gr.	% total	P. Chatas	% Chatas	P. Alargadas	% Alargadas	p. chat. y alarg.
1"	152,47	7,02	0	0,00	61,77	40,51	61,77
3/4"	738	33,96	0	0,00	75	10,16	75,00
1/2"	763,57	35,14	0	0,00	30,5	3,99	30,50
3/8"	518,96	23,88	121,59	23,43	97,2	18,73	218,79
Pesos parcial		0,00	121,59		264,47		386,06
<b>Peso total</b>	<b>2173</b>	<b>100,00</b>	<b>386,06</b>				

$$\% \text{ de Chatas y Alargadas} = \frac{\text{Peso. Chatas y Alargadas}}{\text{Peso. Retenido total}}$$

$$\% \text{ de Chatas y Alargadas} = 17,77\%$$

*Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Construcciones.*

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

Puno, C. U. 11 de Noviembre de 2019.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-FICA

MSc. Ing. Gino R. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



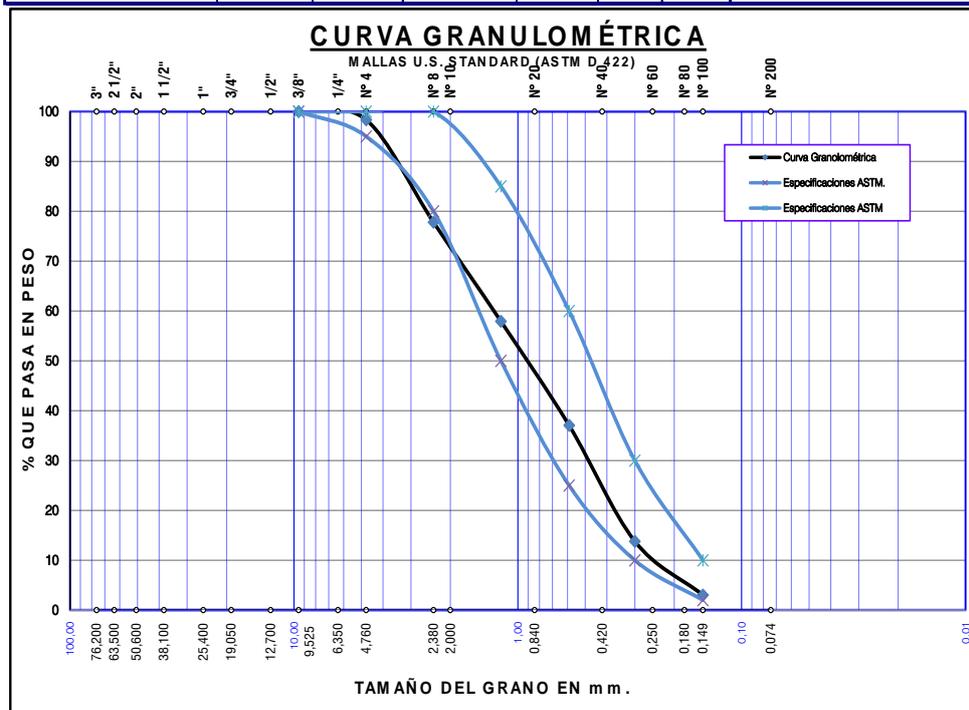


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA-ILAVE PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017  
LUGAR : PROVINCIA DE PUNO SOLICITADO : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
FECHA : 09/07/18 CANTERA : Cutimbo  
AGREGADO : Agregado Fino MUESTRA : C-01

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200						Peso Seco Lavado :
2 1/2"	63,500						Peso Sin Lavado : <b>1485,00</b>
2"	50,600						Módulo de Fineza : <b>3,12</b>
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						Peso Especifico :
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						Peso Unit, Suelto :
3/8"	9,525				100,00	100	100
1/4"	6,350						Peso Unit, Compact :
N° 4	4,760	25,00	1,68	1,68	98,32	95	100
N° 8	2,380	305,00	20,54	22,22	77,78	80	100
N° 10	2,000						% de absorción :
N° 16	1,190	295,00	19,87	42,09	57,91	50	85
N° 20	0,840						Contenido de Humedad :
N° 30	0,590	310,00	20,88	62,96	37,04	25	60
N° 40	0,420						Pasante la Malla N° 200 :
N° 50	0,300	345,00	23,23	86,20	13,80	10	30
N° 60	0,250						Observaciones:
N° 80	0,180						
N° 100	0,149	160,00	10,77	96,97	3,03	2	10
N° 200	0,074	30,00	2,02	98,99	1,01		
BASE		15,00	1,01	100,00			
TOTAL		1.485,00	100,00				
% PERDIDA							





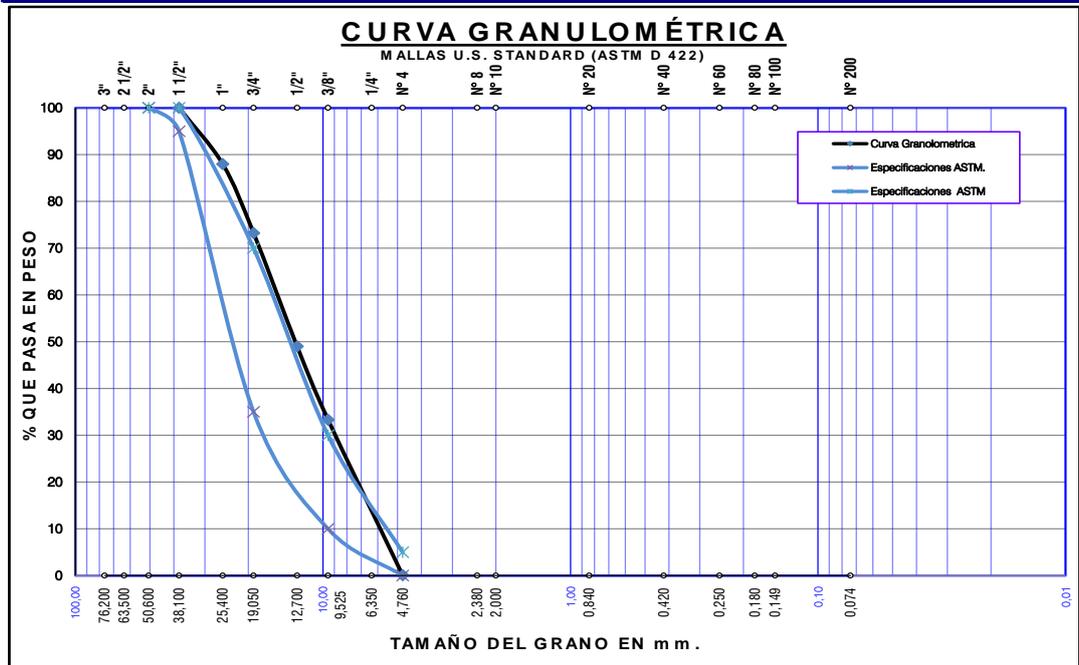
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA-ILAVE PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : Provincia de Puno TESISISTA : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
FECHA : 09/07/18 CANTERA : Cutimbo  
AGREGADO : Agregado Grueso CALICATA : C-1

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200						Peso Seco Inicial : 9990,00
2 1/2"	63,500						
2"	50,600					100 100	Módulo de Fineza : 6,93
1 1/2"	38,100				100,00	95 100	
1"	25,400	1200,000	12,01	12,01	87,99		Peso Especifico :
3/4"	19,050	1475,000	14,76	26,78	73,22	35 70	Peso Unit, Suelto :
1/2"	12,700	2420,000	24,22	51,00	49,00		Peso Unit, Compactac :
3/8"	9,525	1565,000	15,67	66,67	33,33	10 30	% de absorción :
1/4"	6,350						Humedad % :
Nº 4	4,760	3320,000	33,23	99,90	0,10	- 5	Observaciones:
Nº 8	2,380						
Nº 10	2,000						
Nº 16	1,190						
Nº 20	0,840						
Nº 30	0,590						
Nº 40	0,420						
Nº 50	0,300						
Nº 60	0,250						
Nº 80	0,180						
Nº 100	0,149						
Nº 200	0,074			99,90			
BASE		10,00	0,10	100,00	0,00		
TOTAL		9.990,00	100,00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NORMA ASTM D 422

PROYECTO ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA-ILAVE PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : PROVINCIA DE PUNO

SOLICITADO : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

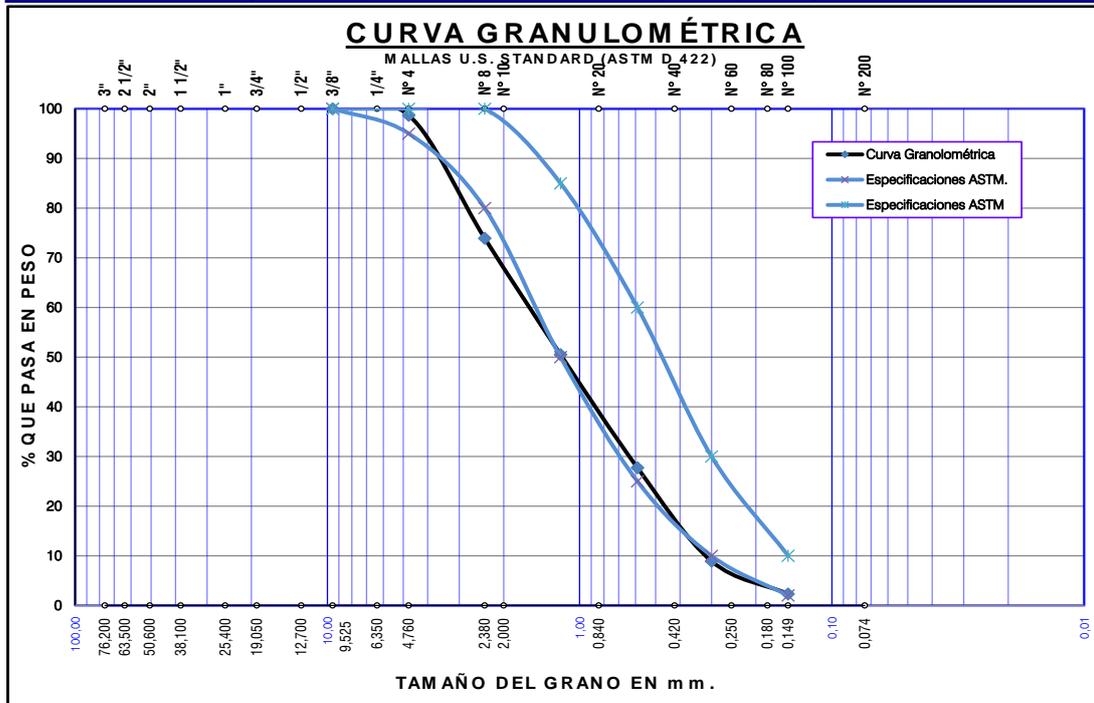
FECHA : 09/07/18

CANTERA : Cutimbo

AGREGADO : Agregado Fino

MUESTRA : C-02

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200						Peso Seco Lavado : Peso Sin Lavado <b>1515,00</b> Módulo de Fineza : <b>3,38</b>
2 1/2"	63,500						
2"	50,600						Peso Especifico : Peso Unit, Suelto : Peso Unit, Compact :
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						Peso Unit, Compact : % de absorción :
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						Contenido de Humedad : Pasante la Malla N° 200 :
3/8"	9,525				100,00	100 100	
1/4"	6,350						Observaciones:
N° 4	4,760	20,00	1,32	1,32	98,68	95 100	
N° 8	2,380	375,00	24,75	26,07	73,93	80 100	
N° 10	2,000						
N° 16	1,190	355,00	23,43	49,50	50,50	50 85	
N° 20	0,840						
N° 30	0,590	345,00	22,77	72,28	27,72	25 60	
N° 40	0,420						
N° 50	0,300	285,00	18,81	91,09	8,91	10 30	
N° 60	0,250						
N° 80	0,180						
N° 100	0,149	100,00	6,60	97,69	2,31	2 10	
N° 200	0,074	25,00	1,65	99,34	0,66		
BASE		10,00	0,66	100,00			
TOTAL		1.515,00	100,00				
% PERDIDA							





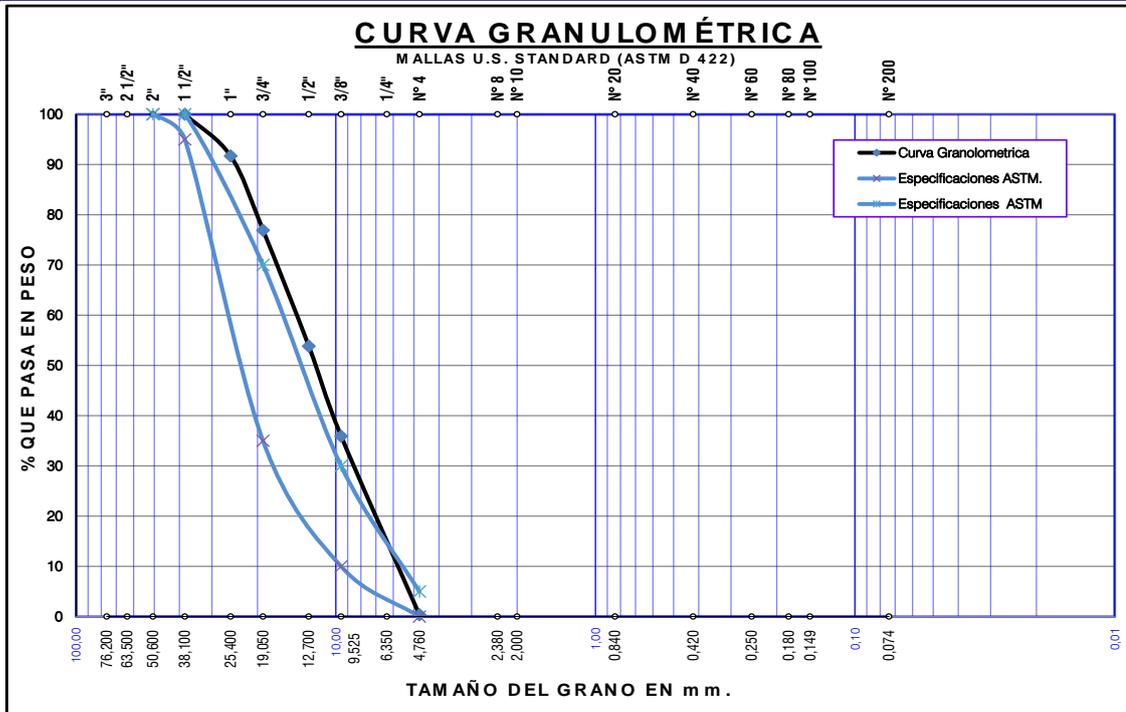
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA-ILAVE PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : Provincia de Puno TESISISTA : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
FECHA : 09/07/18 CANTERA : Cutimbo  
AGREGADO : Agregado Grueso CALICATA : C -02

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200						Peso Seco Inicial : 10005,00
2 1/2"	63,500						
2"	50,600					100 100	Módulo de Fineza : 6,87
1 1/2"	38,100				100,00	95 100	
1"	25,400	830,000	8,30	8,30	91,70		Peso Especifico :
3/4"	19,050	1480,000	14,79	23,09	76,91	35 70	
1/2"	12,700	2305,000	23,04	46,13	53,87		Peso Unit, Suelto :
3/8"	9,525	1795,000	17,94	64,07	35,93	10 30	
1/4"	6,350						Peso Unit, Compactac :
N° 4	4,760	3555,000	35,53	99,60	0,40	- 5	
N° 8	2,380						% de absorción :
N° 10	2,000						
N° 16	1,190						Humedad % :
N° 20	0,840						
N° 30	0,590						
N° 40	0,420						
N° 50	0,300						Observaciones:
N° 60	0,250						
N° 80	0,180						
N° 100	0,149						
N° 200	0,074		-	99,60			
BASE		40,00	0,40	100,00	0,00		
TOTAL		10.005,00	100,00				
% PERDIDA							



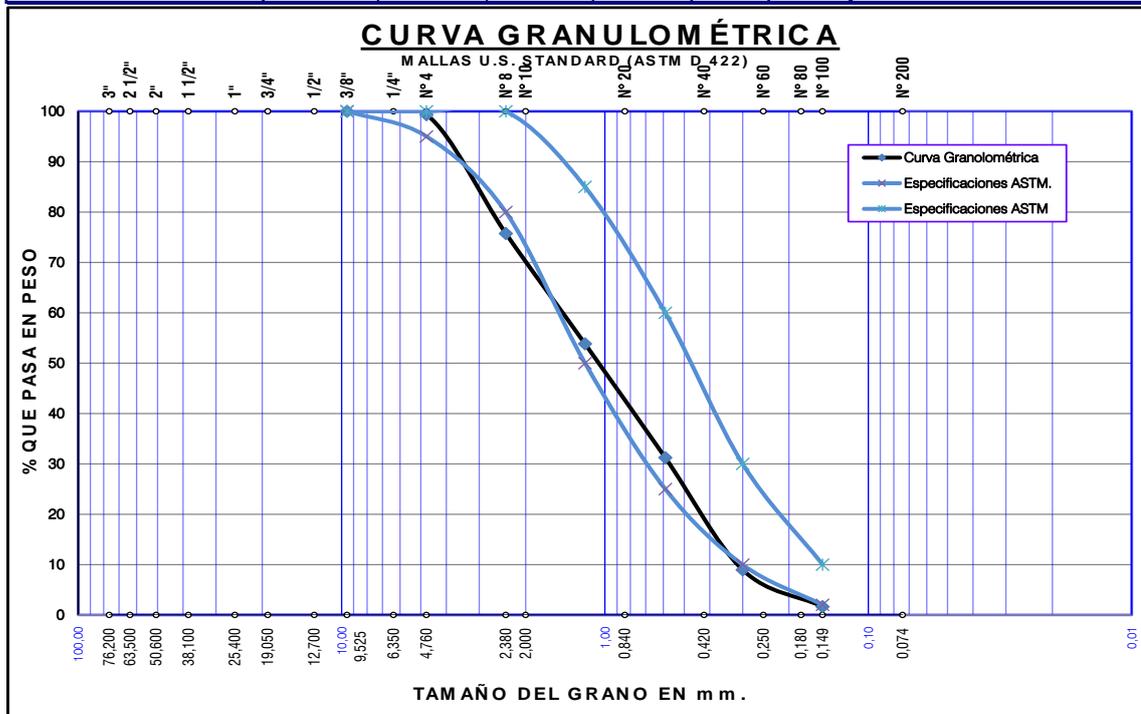


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA-ILAVE PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017  
LUGAR : PROVINCIA DE PUNO SOLICITADO : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
FECHA : 09/07/18 CANTERA : Cutimbo  
AGREGADO : Agregado Fino MUESTRA : C-03

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200							Peso Seco Lavado :
2 1/2"	63,500							Peso Sin Lavado <b>1505,00</b>
2"	50,600							Módulo de Fineza : <b>3,29</b>
1 1/2"	38,100							
1"	25,400							Peso Especifico :
3/4"	19,050							
1/2"	12,700							Peso Unit, Suelto :
3/8"	9,525				100,00	100	100	
1/4"	6,350							Peso Unit, Compact :
N° 4	4,760	10,00	0,66	0,66	99,34	95	100	
N° 8	2,380	355,00	23,59	24,25	75,75	80	100	% de absorción :
N° 10	2,000							
N° 16	1,190	330,00	21,93	46,18	53,82	50	85	Contenido de Humedad :
N° 20	0,840							
N° 30	0,590	340,00	22,59	68,77	31,23	25	60	Pasante la Malla N° 200 :
N° 40	0,420							
N° 50	0,300	335,00	22,26	91,03	8,97	10	30	Observaciones:
N° 60	0,250							
N° 80	0,180							
N° 100	0,149	110,00	7,31	98,34	1,66	2	10	
N° 200	0,074	25,00	1,66	100,00	-			
BASE		0,00	-	100,00				
TOTAL		1.505,00	100,00					
% PERDIDA								







**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
Laboratorio de construcciones

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**NORMA ASTM D 422**

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : Puno

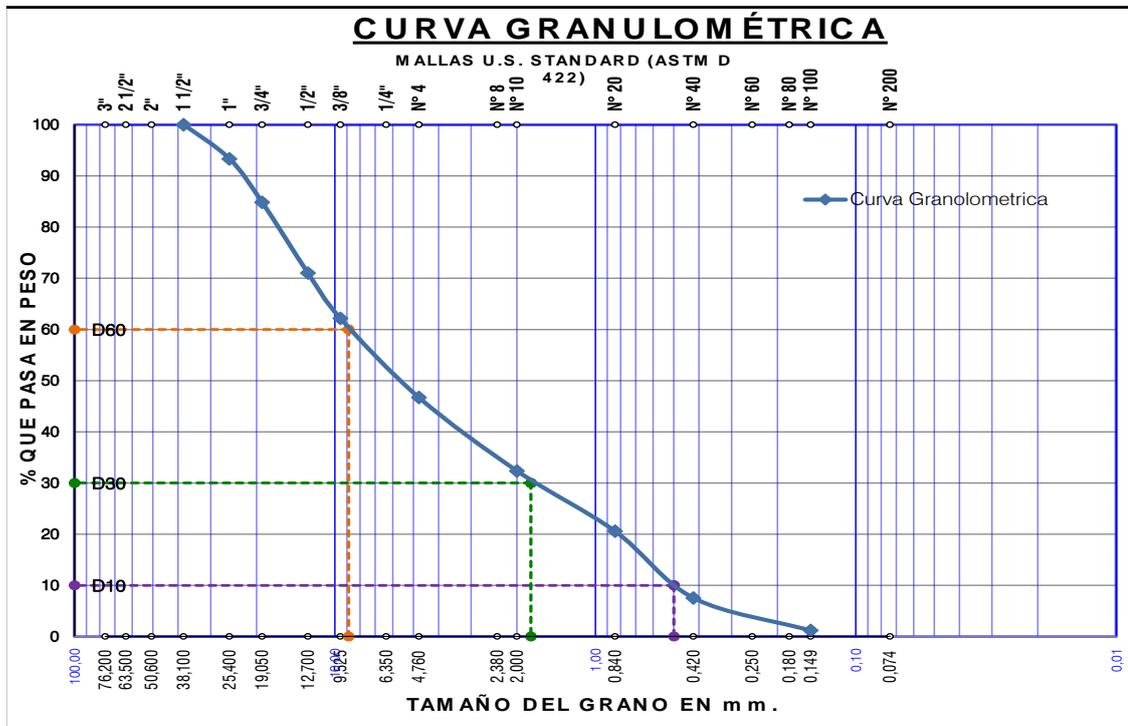
TESISTA : Florentino Salomon Lipa Mamani

FECHA : 10 de Julio 2018

CANTERA : Cutimbo

MUESTRA : Global

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200					
2 1/2"	63,500					
2"	50,600					<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b> Límites de Atterberg Límite Líquido (L. L.) : <b>N.P.</b> Límite Plástico (L. P.) : <b>N.P.</b> Índice Plástico (I. P.) : <b>N.P.</b>
1 1/2"	38,100				<b>100,00</b>	
1"	25,400	535,00	6,67	6,67	<b>93,33</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS</b> Coeficiente de Uniformidad D10 : 0,499 Cu : 17,750 D30 : 1,768 Cc : 0,707 D60 : 8,860
3/4"	19,050	680,00	8,48	15,15	<b>84,85</b>	
1/2"	12,700	1.110,00	13,84	28,99	<b>71,01</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> S.U.C.S. <b>GW - GM</b> AASHTO
3/8"	9,525	710,00	8,85	37,84	<b>62,16</b>	
1/4"	6,350		-			OBS
Nº 4	4,760	1.240,00	15,46	53,30	<b>46,70</b>	
Nº 8	2,380					OBS
Nº 10	2,000	1.150,00	14,34	67,64	<b>32,36</b>	
Nº 16	1,190		-	-		OBS
Nº 20	0,840	945,00	11,78	79,43	<b>20,57</b>	
Nº 30	0,590		-	-		OBS
Nº 40	0,420	1.045,00	13,03	92,46	<b>7,54</b>	
Nº 50	0,300		-	-		OBS
Nº 60	0,250		-	-		
Nº 80	0,180		-	-		OBS
Nº 100	0,149	510,00	6,36	98,82	<b>1,18</b>	
Nº 200	0,074	70,00	0,87	99,69	<b>0,31</b>	OBS
BASE		25,00	0,31	100,00	-	
TOTAL		<b>7.485,00</b>				
% PERDIDA						



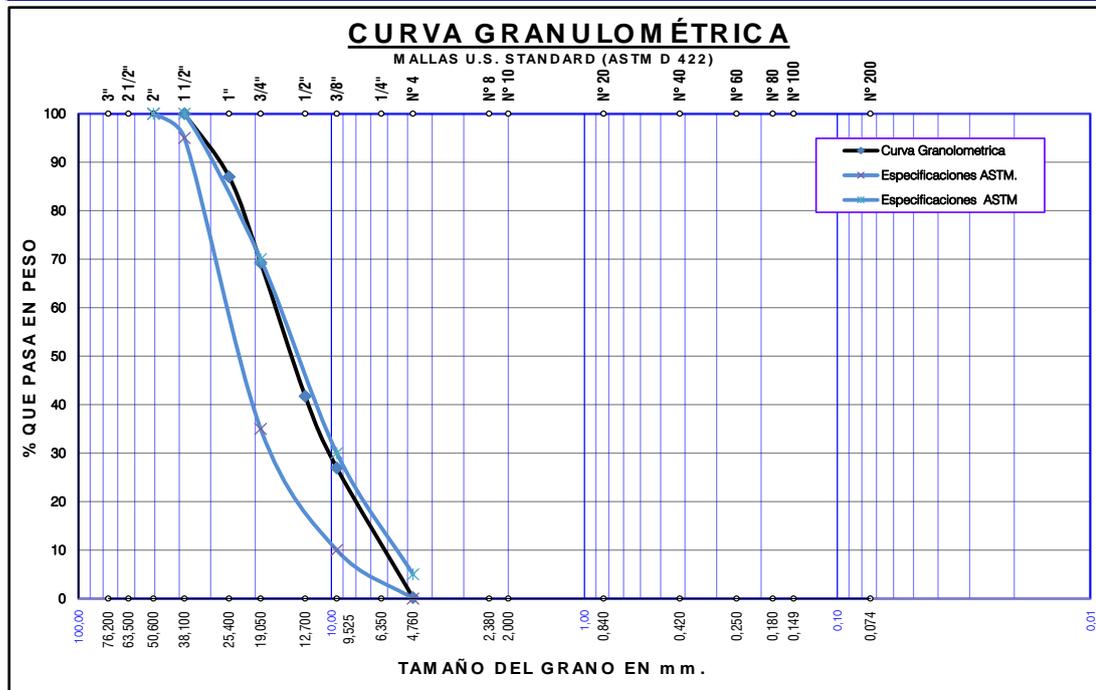


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA -  
ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017  
LUGAR : PROVINCIA DE PUNO SOLICITADO : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
FECHA : 11/07/18 CANTERA : SANTA MARIA  
AGREGADO : Agregado Grueso MUESTRA : C-01

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200							Peso Seco Inicial : <b>9680,00</b>
2 1/2"	63,500							Módulo de Fineza : 7,04
2"	50,600					100	100	
1 1/2"	38,100	-			100,00	95	100	
1"	25,400	1260,00	13,02	13,02	86,98			Peso Especifico :
3/4"	19,050	1.715,00	17,72	30,73	69,27	35	70	Peso Unit, Suelto :
1/2"	12,700	2.665,00	27,53	58,26	41,74	10	30	Peso Unit, Compact :
3/8"	9,525	1.430,00	14,77	73,04	26,96			% de absorción :
1/4"	6,350							Superficie Especifica :
Nº 4	4,760	2.590,00	26,76	99,79	0,21	-	5	Pasante la Malla Nº 200:
Nº 8	2,380							Observaciones:
Nº 10	2,000							
Nº 16	1,190							
Nº 20	0,840							
Nº 30	0,590							
Nº 40	0,420							
Nº 50	0,300							
Nº 60	0,250							
Nº 80	0,180							
Nº 100	0,149							
Nº 200	0,074			99,79				
BASE		20,00	0,21	100,00	-			
TOTAL		9.680,00	100,00					
% PERDIDA								





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA -  
ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : PROVINCIA DE PUNO

SOLICITADO : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

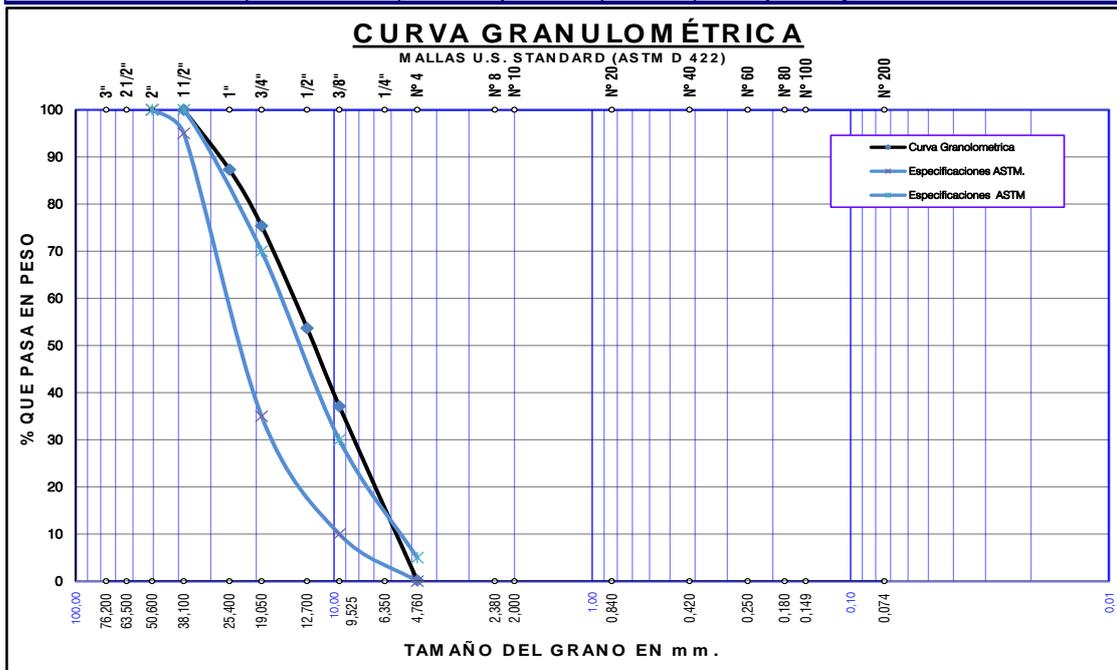
FECHA : 11/07/18

CANTERA : SANTA MARIA

AGREGADO : Agregado Grueso

MUESTRA : C-02

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200							Peso Seco Inicial : 10065,00
2 1/2"	63,500							
2"	50,600					100	100	Módulo de Fineza : 6,88
1 1/2"	38,100	-			100,00	95	100	
1"	25,400	1275,00	12,67	12,67	87,33			Peso Especifico :
3/4"	19,050	1.205,00	11,97	24,64	75,36	35	70	Peso Unit, Suelto :
1/2"	12,700	2.180,00	21,66	46,30	53,70			Peso Unit, Compact :
3/8"	9,525	1.670,00	16,59	62,89	37,11	10	30	% de absorción :
1/4"	6,350							Superficie Especifica :
N° 4	4,760	3.715,00	36,91	99,80	0,20	-	5	Pasante la Malla N° 200:
N° 8	2,380							Observaciones:
N° 10	2,000							
N° 16	1,190							
N° 20	0,840							
N° 30	0,590							
N° 40	0,420							
N° 50	0,300							
N° 60	0,250							
N° 80	0,180							
N° 100	0,149							
N° 200	0,074			99,80				
BASE		20,00	0,20	100,00	-			
TOTAL		10.065,00	100,00					
% PERDIDA								





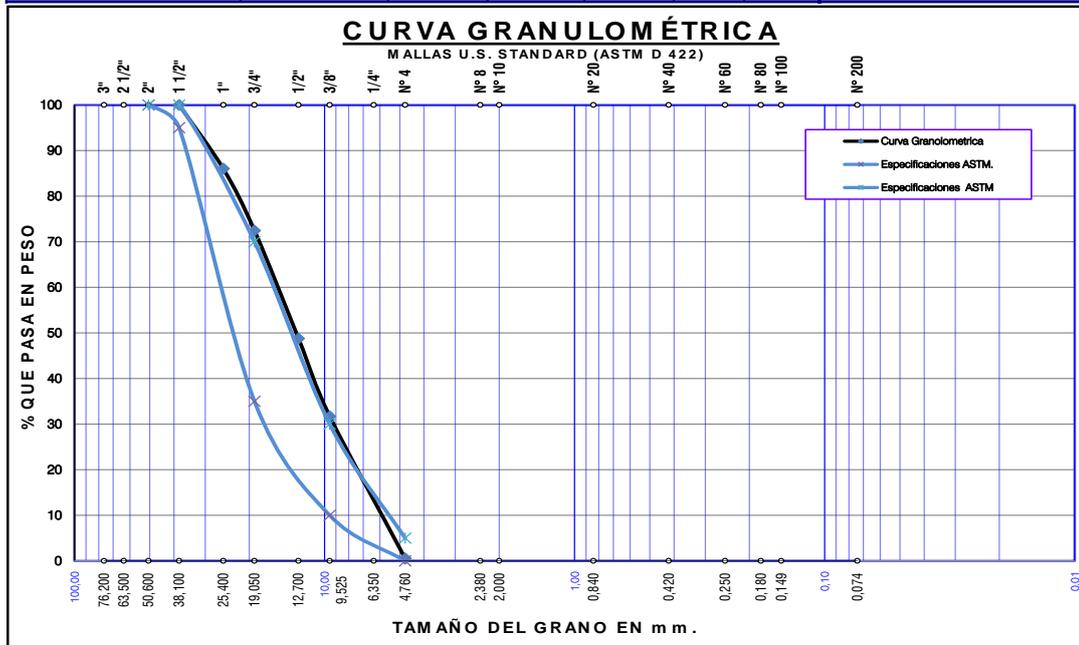
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA -  
ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : PROVINCIA DE PUNO SOLICITADO : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
FECHA : 11/07/18 CANTERA : SANTA MARIA  
AGREGADO : Agregado Grueso MUESTRA : C-03

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULAD O	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200						Peso Seco Inicial : 6295,00
2 1/2"	63,500						
2"	50,600					100 100	Módulo de Fineza : 6,96
1 1/2"	38,100				100,00	95 100	
1"	25,400	880,00	13,98	13,98	86,02		Peso Especifico :
3/4"	19,050	855,00	13,58	27,56	72,44	35 70	
1/2"	12,700	1.490,00	23,67	51,23	48,77		Peso Unit, Suelto :
3/8"	9,525	1.075,00	17,08	68,31	31,69	10 30	
1/4"	6,350						Peso Unit, Compact :
N° 4	4,760	1.960,00	31,14	99,44	0,56	- 5	
N° 8	2,380						% de absorción :
N° 10	2,000						Superficie Especifica :
N° 16	1,190						
N° 20	0,840						Superficie Especifica :
N° 30	0,590						Pasante la Malla N° 200:
N° 40	0,420						
N° 50	0,300						Observaciones:
N° 60	0,250						
N° 80	0,180						
N° 100	0,149						
N° 200	0,074			99,44			
BASE		35,00	0,56	100,00	-		
TOTAL		6.295,00	100,00				
% PERDIDA							



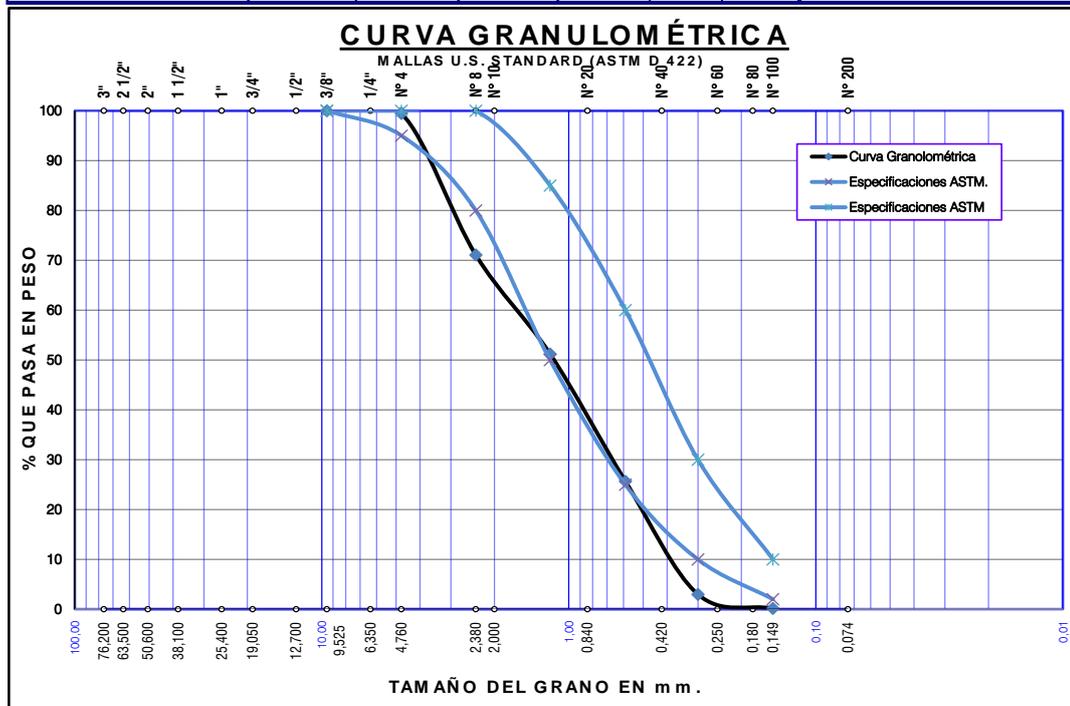


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA -  
ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017  
LUGAR : PROVINCIA DE PUNO SOLICITADO : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
FECHA : 11/07/18 CANTERA : SANTA MARIA  
AGREGADO : Agregado Fino MUESTRA : C-01

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200						Peso Seco Lavado : <b>1315,00</b>
2 1/2"	63,500						Peso Sin Lavado
2"	50,600						Módulo de Fineza : <b>3,50</b>
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						Peso Especifico :
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						Peso Unit, Suelto :
3/8"	9,525				100,00	100 100	
1/4"	6,350						Peso Unit, Compact :
N° 4	4,760	20,00	0,57	0,57	99,43	95 100	% de absorción :
N° 8	2,380	1.000	28,37	28,94	71,06	80 100	
N° 10	2,000						Contenido de Humedad :
N° 16	1,190	700	19,86	48,79	51,21	50 85	
N° 20	0,840						Pasante la Malla N° 200 :
N° 30	0,590	900	25,53	74,33	25,67	25 60	
N° 40	0,420						Observaciones:
N° 50	0,300	800	22,70	97,02	2,98	10 30	
N° 60	0,250						
N° 80	0,180						
N° 100	0,149	100	2,84	99,86	0,14	2 10	
N° 200	0,074	5	0,14	100,00	-		
BASE		-	-	100,00			
TOTAL		3.525,00	100,00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : PROVINCIA DE PUNO

SOLICITADO : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

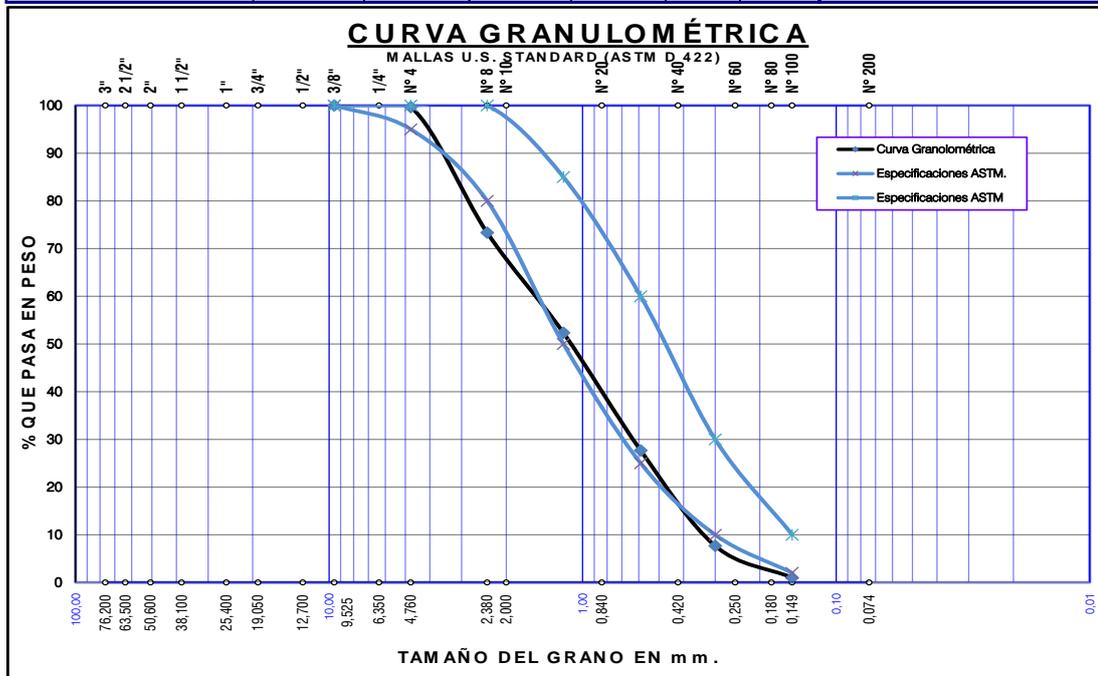
FECHA : 11/07/18

CANTERA : SANTA MARIA

AGREGADO : Agregado Fino

MUESTRA : C-02

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200						Peso Seco Lavado : <b>1315,00</b>
2 1/2"	63,500						Peso Sin Lavado
2"	50,600						Módulo de Fineza : <b>3,38</b>
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						Peso Especifico :
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						Peso Unit, Suelto :
3/8"	9,525				100,00	100 100	
1/4"	6,350						Peso Unit, Compact: :
N° 4	4,760	5,00	0,33	0,33	99,67	95 100	
N° 8	2,380	395	26,33	26,67	73,33	80 100	% de absorción :
N° 10	2,000						
N° 16	1,190	315	21,00	47,67	52,33	50 85	Contenido de Humedad :
N° 20	0,840						
N° 30	0,590	370	24,67	72,33	27,67	25 60	Pasante la Malla N° 200 :
N° 40	0,420						
N° 50	0,300	300	20,00	92,33	7,67	10 30	Observaciones:
N° 60	0,250						
N° 80	0,180						
N° 100	0,149	100	6,67	99,00	1,00	2 10	
N° 200	0,074	15	1,00	100,00	-		
BASE		-	-				
TOTAL		1.500,00	100,00				
% PERDIDA							



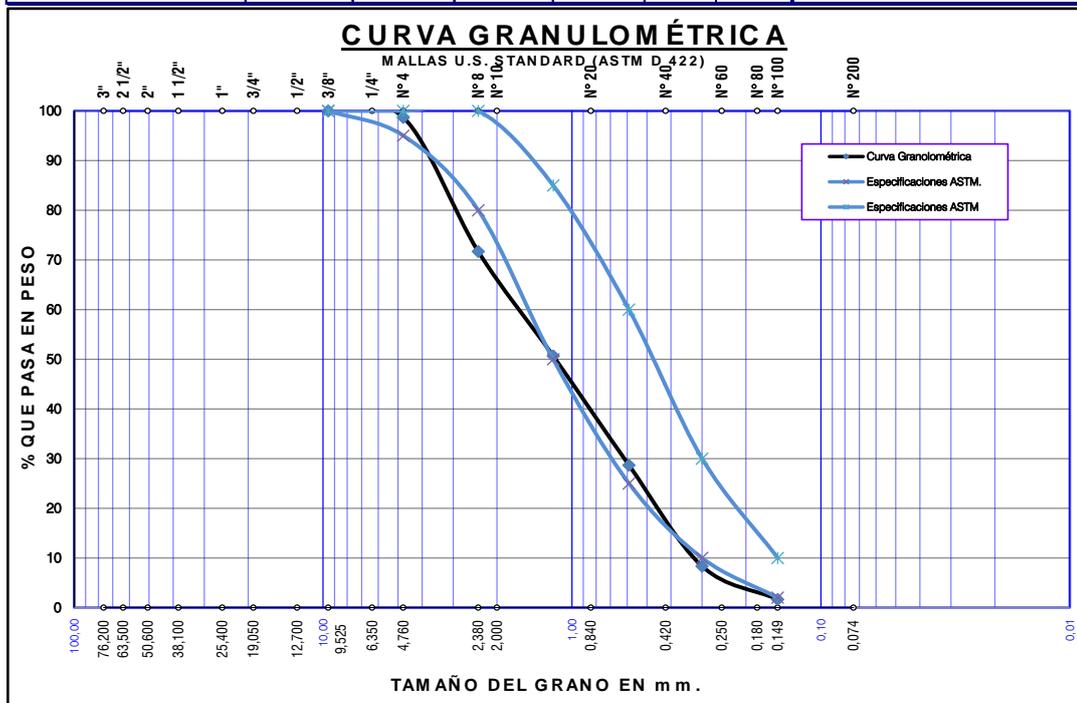


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMA ASTM D 422

PROYECTO ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA -  
ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017  
LUGAR : PROVINCIA DE PUNO SOLICITADO : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
FECHA : 11/07/18 CANTERA : SANTA MARIA  
AGREGADO : Agregado Fino MUESTRA : C-03

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200						Peso Seco Lavado : 1315,00
2 1/2"	63,500						Peso Sin Lavado
2"	50,600						Módulo de Fineza : 3,40
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						Peso Especifico :
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						Peso Unit, Suelto :
3/8"	9,525				100,00	100 100	
1/4"	6,350						
N° 4	4,760	20,00	1,33	1,33	98,67	95 100	Peso Unit, Compactado :
N° 8	2,380	405	27,00	28,33	71,67	80 100	% de absorción :
N° 10	2,000						
N° 16	1,190	315	21,00	49,33	50,67	50 85	Contenido de Humedad :
N° 20	0,840						
N° 30	0,590	330	22,00	71,33	28,67	25 60	Pasante la Malla N° 200 :
N° 40	0,420						
N° 50	0,300	305	20,33	91,67	8,33	10 30	Observaciones:
N° 60	0,250						
N° 80	0,180						
N° 100	0,149	100	6,67	98,33	1,67	2 10	
N° 200	0,074	15	1,00	99,33	0,67		
BASE		-	-	99,33			
TOTAL		1.500,00	99,33				
% PERDIDA							





CÁLCULO DE PORCENTAJE DE CHATAS Y ALARGADAS DE LOS AGREGADOS

CANTERA CUTIMBO

Nº	Malla Pulg.	Largo mm	Ancho mm	Espesor mm	Peso total partículas gr.	Peso de alarg gr.	Peso chata gr.
1	1"	35	14	30	43,82	0,00	0,00
2	1"	30	32	28	31,28	0,00	0,00
3	1"	36	30	33	34,84	0,00	0,00
4	1"	60	40	4	23,34	23,34	0,00
5	1"	40	30	20	23,23	0,00	23,23
6	1"	40	35	50	36,40	0,00	0,00
7	1"	41	32	25	34,80	0,00	0,00
8	1"	40	28	25	38,17	0,00	0,00
9	1"	42	30	15	35,25	0,00	0,00
					<b>301,13</b>	<b>23,34</b>	<b>23,23</b>
10	3/4"	45	30	10	24,84	24,84	0,00
11	3/4"	35	22	22	18,82	0,00	0,00
12	3/4"	40	23	20	25,15	0,00	0,00
13	3/4"	39	24	18	24,60	0,00	0,00
14	3/4"	25	24	17	16,44	0,00	0,00
15	3/4"	37	25	16	20,17	0,00	0,00
16	3/4"	29	26	25	19,47	0,00	0,00
17	3/4"	62	30	10	28,53	28,53	0,00
18	3/4"	20	25	18	27,84	0,00	0,00
19	3/4"	40	23	20	29,23	0,00	0,00
20	3/4"	30	21	18	18,98	0,00	0,00
21	3/4"	25	26	10	18,28	0,00	0,00
22	3/4"	40	32	12	22,38	0,00	0,00
23	3/4"	23	22	20	14,07	0,00	0,00
24	3/4"	30	25	15	14,85	0,00	0,00
25	3/4"	33	22	13	16,96	0,00	0,00
26	3/4"	35	30	9	10,65	0,00	0,00
27	3/4"	34	24	15	15,32	0,00	0,00
28	3/4"	34	25	10	16,86	0,00	0,00
29	3/4"	30	23	12	15,73	0,00	0,00
30	3/4"	35	26	15	22,00	0,00	0,00
31	3/4"	36	30	13	20,46	0,00	0,00
32	3/4"	25	26	12	11,64	0,00	0,00
33	3/4"	30	20	15	12,24	0,00	0,00
34	3/4"	33	24	16	16,03	0,00	0,00
					<b>481,54</b>	<b>53,37</b>	<b>0,00</b>
35	1/2"	24	20	14	9,03	0,00	0,00
36	1/2"	43	20	11	11,47	0,00	0,00
37	1/2"	28	14	12	9,56	0,00	0,00
38	1/2"	25	20	10	7,93	0,00	0,00
39	1/2"	30	23	10	12,78	0,00	0,00
40	1/2"	26	25	15	13,94	0,00	0,00
41	1/2"	22	20	15	11,05	0,00	0,00
42	1/2"	18	17	9	4,35	0,00	0,00
43	1/2"	22	20	13	8,82	0,00	0,00
44	1/2"	42	20	10	7,22	7,22	0,00
45	1/2"	26	25	15	10,05	0,00	0,00
46	1/2"	42	25	13	6,66	0,00	0,00
47	1/2"	26	25	15	6,12	0,00	0,00
48	1/2"	38	23	11	5,61	0,00	0,00
49	1/2"	34	12	10	5,20	0,00	0,00
50	1/2"	39	21	12	9,02	0,00	0,00
51	1/2"	26	25	15	3,01	0,00	0,00
52	1/2"	40	25	13	5,65	0,00	0,00



53	1/2"	18	23	14	10,60	0,00	0,00
54	1/2"	26	25	15	9,02	0,00	0,00
55	1/2"	35	29	17	5,66	0,00	0,00
56	1/2"	25	19	12	8,05	0,00	0,00
57	1/2"	22	18	11	6,13	0,00	0,00
58	1/2"	35	24	15	16,66	0,00	0,00
59	1/2"	22	20	13	4,60	0,00	0,00
60	1/2"	39	25	11	7,80	0,00	0,00
61	1/2"	42	24	10	12,75	12,75	0,00
62	1/2"	26	26	15	9,74	0,00	0,00
63	1/2"	38	27	13	14,89	0,00	0,00
64	1/2"	37	28	14	10,22	0,00	0,00
65	1/2"	29	18	16	8,42	0,00	0,00
66	1/2"	30	14	17	10,95	0,00	0,00
67	1/2"	42	22	20	8,47	0,00	0,00
68	1/2"	39	26	22	10,09	0,00	0,00
69	1/2"	35	18	18	4,48	0,00	0,00
70	1/2"	33	16	13	5,66	0,00	0,00
71	1/2"	31	15	14	7,72	0,00	0,00
72	1/2"	26	17	15	6,04	0,00	0,00
73	1/2"	41	19	16	11,11	0,00	0,00
74	1/2"	23	23	12	11,10	0,00	0,00
75	1/2"	28	24	10	4,77	0,00	0,00
76	1/2"	25	26	16	4,70	0,00	0,00
77	1/2"	24	25	12	5,65	0,00	0,00
78	1/2"	26	23	14	4,82	0,00	0,00
79	1/2"	35	22	15	6,48	0,00	0,00
80	1/2"	31	21	13	3,97	0,00	0,00
81	1/2"	39	28	15	4,11	0,00	0,00
82	1/2"	38	29	18	5,00	0,00	0,00
83	1/2"	29	30	19	10,78	0,00	0,00
84	1/2"	41	20	14	9,86	0,00	0,00
85	1/2"	26	25	13	4,95	0,00	0,00
86	1/2"	15	14	17	3,60	0,00	0,00
87	1/2"	17	13	13	5,85	0,00	0,00
88	1/2"	26	20	12	4,22	0,00	0,00
89	1/2"	24	22	12	4,63	0,00	0,00
90	1/2"	33	15	14	4,20	0,00	0,00
91	1/2"	31	15	15	9,55	0,00	0,00
92	1/2"	35	18	16	11,19	0,00	0,00
93	1/2"	38	30	18	2,66	0,00	0,00
94	1/2"	39	35	17	5,38	0,00	0,00
95	1/2"	42	22	11	5,95	0,00	0,00
96	1/2"	35	19	10	4,46	0,00	0,00
97	1/2"	22	20	13	4,39	0,00	0,00
98	1/2"	33	15	14	4,44	0,00	0,00
99	1/2"	25	20	16	3,09	0,00	0,00
100	1/2"	36	22	12	7,27	0,00	0,00
101	1/2"	31	30	10	8,46	0,00	0,00
102	1/2"	37	30	11	4,72	0,00	0,00
103	1/2"	34	19	9	4,26	0,00	0,00
104	1/2"	26	20	10	4,36	0,00	0,00
105	1/2"	29	25	11	8,83	0,00	0,00
106	1/2"	24	22	8	8,88	0,00	0,00
107	1/2"	36	33	8	8,71	0,00	8,71
108	1/2"	41	29	9	3,97	3,97	0,00
109	1/2"	35	17	10	16,68	0,00	0,00
110	1/2"	30	25	10	6,15	0,00	0,00
111	1/2"	35	15	11	7,70	0,00	0,00



112	1/2"	33	14	12	4,93	0,00	0,00
113	1/2"	36	26	15	7,09	0,00	0,00
114	1/2"	38	33	16	4,92	0,00	0,00
115	1/2"	26	25	13	7,10	0,00	0,00
116	1/2"	25	20	11	6,37	0,00	0,00
117	1/2"	34	30	10	4,80	0,00	0,00
118	1/2"	41	39	9	18,00	18,00	0,00
119	1/2"	26	20	15	3,87	0,00	0,00
120	1/2"	35	31	8	3,36	0,00	3,36
121	1/2"	28	20	14	5,47	0,00	0,00
122	1/2"	27	25	15	6,51	0,00	0,00
123	1/2"	35	30	11	9,91	0,00	0,00
124	1/2"	36	30	13	6,38	0,00	0,00
125	1/2"	34	33	12	10,11	0,00	0,00
126	1/2"	38	21	14	9,20	0,00	0,00
127	1/2"	39	29	15	11,10	0,00	0,00
128	1/2"	34	30	17	4,92	0,00	0,00
129	1/2"	31	30	18	5,07	0,00	0,00
130	1/2"	29	20	12	2,61	0,00	0,00
131	1/2"	34	25	15	7,08	0,00	0,00
132	1/2"	35	24	16	4,57	0,00	0,00
133	1/2"	38	26	14	4,78	0,00	0,00
134	1/2"	29	22	18	5,22	0,00	0,00
135	1/2"	30	11	13	3,48	0,00	0,00
136	1/2"	31	18	10	6,40	0,00	0,00
137	1/2"	30	15	11	4,28	0,00	0,00
138	1/2"	20	18	8	4,02	0,00	0,00
139	1/2"	20	12	7	3,64	0,00	0,00
140	1/2"	35	29	8	3,36	3,36	0,00
141	1/2"	28	28	6	8,13	0,00	8,13
142	1/2"	39	25	7	10,63	10,63	0,00
143	1/2"	41	30	10	7,53	7,53	0,00
144	1/2"	42	32	11	5,20	0,00	0,00
145	1/2"	41	16	12	4,26	0,00	0,00
146	1/2"	29	20	12	4,66	0,00	0,00
147	1/2"	39	25	13	4,48	0,00	0,00
148	1/2"	25	21	10	4,72	0,00	0,00
149	1/2"	26	20	9	3,88	0,00	0,00
150	1/2"	24	18	14	3,96	0,00	0,00
151	1/2"	29	18	13	3,48	0,00	0,00
152	1/2"	27	22	12	6,09	0,00	0,00
153	1/2"	28	18	11	4,64	0,00	0,00
					<b>826,53</b>	<b>63,46</b>	<b>20,20</b>
154	3/8"	29	10	7	6,07	6,07	0,00
155	3/8"	13	10	4	1,88	0,00	0,00
156	3/8"	15	14	5	2,35	0,00	0,00
157	3/8"	32	10	11	6,72	0,00	0,00
158	3/8"	9	8	7	1,62	0,00	0,00
159	3/8"	27	10	5	4,93	0,00	4,93
160	3/8"	33	18	5	2,20	2,20	0,00
161	3/8"	35	25	6	3,92	3,92	0,00
162	3/8"	32	24	4	2,30	2,30	0,00
163	3/8"	31	26	8	2,84	0,00	0,00
164	3/8"	30	28	9	3,69	0,00	0,00
165	3/8"	10	10	10	3,12	0,00	0,00
166	3/8"	11	9	9	3,28	0,00	0,00
167	3/8"	22	19	5	3,96	0,00	3,96
168	3/8"	15	14	6	4,35	0,00	0,00
169	3/8"	26	20	7	4,77	0,00	0,00



170	3/8"	25	23	8	4,64	0,00	0,00
171	3/8"	24	20	4	5,19	0,00	5,19
172	3/8"	28	12	5	1,74	0,00	1,74
173	3/8"	23	19	9	3,49	0,00	0,00
174	3/8"	25	18	8	2,55	0,00	0,00
175	3/8"	24	22	10	2,59	0,00	0,00
176	3/8"	19	10	8	2,01	0,00	0,00
177	3/8"	15	13	9	2,73	0,00	0,00
178	3/8"	25	10	10	4,18	0,00	0,00
179	3/8"	15	14	11	3,62	0,00	0,00
180	3/8"	25	20	15	2,64	0,00	0,00
181	3/8"	23	20	11	4,20	0,00	0,00
182	3/8"	25	21	9	5,40	0,00	0,00
183	3/8"	26	19	8	3,36	0,00	0,00
184	3/8"	24	18	4	6,24	6,24	0,00
185	3/8"	33	14	9	2,88	0,00	0,00
186	3/8"	31	25	5	4,32	4,32	0,00
187	3/8"	32	30	8	4,56	0,00	0,00
188	3/8"	34	30	6	5,52	5,52	0,00
189	3/8"	33	15	8	5,76	5,76	0,00
190	3/8"	32	20	4	5,88	5,88	0,00
191	3/8"	20	15	5	2,52	0,00	0,00
192	3/8"	23	20	7	1,80	0,00	0,00
193	3/8"	21	20	9	1,65	0,00	0,00
194	3/8"	25	19	5	1,74	0,00	1,74
195	3/8"	32	18	7	2,04	2,04	0,00
196	3/8"	36	15	6	2,94	2,94	0,00
197	3/8"	35	13	5	4,20	4,20	0,00
198	3/8"	25	14	4	4,08	0,00	4,08
199	3/8"	26	15	6	4,56	0,00	4,56
200	3/8"	24	18	8	5,40	0,00	0,00
201	3/8"	28	16	7	5,76	0,00	0,00
202	3/8"	29	17	4	5,52	5,52	0,00
203	3/8"	33	14	9	5,16	0,00	0,00
204	3/8"	35	15	4	1,86	1,86	0,00
205	3/8"	26	20	5	3,04	0,00	3,04
206	3/8"	28	20	8	5,46	0,00	0,00
207	3/8"	24	25	5	3,45	0,00	3,45
208	3/8"	26	20	6	6,36	0,00	6,36
209	3/8"	21	15	4	5,52	0,00	5,52
210	3/8"	22	19	8	1,62	0,00	0,00
211	3/8"	20	15	7	3,19	0,00	0,00
212	3/8"	21	20	4	4,20	0,00	4,20
213	3/8"	23	23	5	5,40	0,00	5,40
214	3/8"	24	20	6	6,24	0,00	0,00
215	3/8"	25	19	9	5,82	0,00	0,00
216	3/8"	21	18	8	2,38	0,00	0,00
217	3/8"	20	15	7	4,22	0,00	0,00
218	3/8"	20	14	5	4,12	0,00	0,00
219	3/8"	26	20	6	3,90	3,90	0,00
220	3/8"	24	18	8	5,46	0,00	0,00
221	3/8"	25	19	9	5,13	0,00	0,00
222	3/8"	23	20	4	4,62	4,62	0,00
223	3/8"	29	23	7	5,59	5,59	0,00
224	3/8"	28	28	6	3,06	3,06	0,00
225	3/8"	24	24	8	3,09	0,00	0,00
226	3/8"	21	20	4	2,92	0,00	2,92
227	3/8"	20	15	9	3,48	0,00	0,00
228	3/8"	33	15	4	3,73	3,48	0,00



229	3/8"	25	20	6	3,45	3,45	0,00
230	3/8"	26	18	8	5,40	0,00	0,00
231	3/8"	25	14	7	6,66	0,00	0,00
232	3/8"	21	16	9	4,20	0,00	0,00
233	3/8"	22	15	8	3,84	0,00	0,00
234	3/8"	20	14	5	3,39	0,00	0,00
235	3/8"	23	20	4	5,46	5,46	0,00
236	3/8"	24	19	6	5,59	0,00	0,00
237	3/8"	19	18	5	4,93	0,00	0,00
238	3/8"	26	20	8	2,40	0,00	0,00
239	3/8"	23	21	5	5,76	5,76	0,00
240	3/8"	31	25	6	6,30	6,30	0,00
241	3/8"	25	16	4	4,80	4,80	0,00
242	3/8"	19	18	7	5,40	0,00	0,00
243	3/8"	18	17	5	5,16	0,00	0,00
244	3/8"	17	10	4	4,80	0,00	4,80
245	3/8"	16	13	8	2,67	0,00	0,00
246	3/8"	15	11	9	4,80	0,00	0,00
247	3/8"	12	10	5	5,40	0,00	0,00
248	3/8"	26	13	4	5,16	0,00	5,16
249	3/8"	23	20	5	4,80	0,00	4,80
250	3/8"	25	20	4	2,67	0,00	2,67
251	3/8"	33	15	6	2,23	0,00	2,23
					<b>398,00</b>	<b>105,19</b>	<b>76,75</b>
					2007,20	245,36	120,18
					<b>2007,20</b>	<b>365,54</b>	

% de Partículas Chatas y Alargadas= 18,21%



CÁLCULO DE PORCENTAJE DE CHATAS Y ALARGADAS DE LOS AGREGADOS  
CANTERA SANTA MARÍA

Nº	Malla Pulg.	Largo mm	Ancho mm	Espesor mm	Peso total partículas gr.	Peso de alarg gr.	Peso chata gr.
1	1"	65	14	18	50,20	0,00	0,00
2	1"	45	32	8	24,27	24,27	0,00
3	1"	55	30	20	40,50	0,00	0,00
4	1"	60	40	10	37,50	37,50	0,00
					<b>152,47</b>	<b>61,77</b>	<b>0,00</b>
10	3/4"	45	30	10	45,00	45,00	0,00
11	3/4"	33	22	22	33,00	0,00	0,00
12	3/4"	20	23	20	34,50	0,00	0,00
13	3/4"	30	24	18	36,00	0,00	0,00
14	3/4"	20	24	17	36,00	0,00	0,00
15	3/4"	33	25	16	37,50	0,00	0,00
16	3/4"	29	26	25	39,00	0,00	0,00
17	3/4"	62	30	10	30,00	30,00	0,00
18	3/4"	22	25	18	37,50	0,00	0,00
19	3/4"	38	23	20	34,50	0,00	0,00
20	3/4"	25	21	18	31,50	0,00	0,00
21	3/4"	25	26	10	39,00	0,00	0,00
22	3/4"	29	32	12	48,00	0,00	0,00
23	3/4"	32	22	20	33,00	0,00	0,00
24	3/4"	30	25	15	37,50	0,00	0,00
25	3/4"	21	22	13	33,00	0,00	0,00
26	3/4"	35	30	9	45,00	0,00	0,00
27	3/4"	30	24	15	36,00	0,00	0,00
28	3/4"	34	25	10	37,50	0,00	0,00
29	3/4"	25	23	12	34,50	0,00	0,00
					<b>738,00</b>	<b>75,00</b>	<b>0,00</b>
35	1/2"	21	20	14	20,00	0,00	0,00
36	1/2"	43	20	11	4,00	0,00	0,00
37	1/2"	20	14	12	19,00	0,00	0,00
38	1/2"	19	20	10	20,00	0,00	0,00
39	1/2"	25	23	10	5,00	0,00	0,00
40	1/2"	23	25	15	13,00	0,00	0,00
41	1/2"	18	20	15	8,00	0,00	0,00
42	1/2"	17	17	9	8,00	0,00	0,00
43	1/2"	21	20	13	8,67	0,00	0,00
44	1/2"	42	20	10	20,00	20,00	0,00
45	1/2"	22	25	15	23,00	0,00	0,00
46	1/2"	38	25	13	25,00	0,00	0,00
47	1/2"	25	25	15	15,00	0,00	0,00
48	1/2"	38	23	11	19,00	0,00	0,00
49	1/2"	34	12	10	13,00	0,00	0,00
50	1/2"	30	21	12	10,00	0,00	0,00
51	1/2"	27	25	15	10,65	0,00	0,00
52	1/2"	27	25	13	8,67	0,00	0,00
53	1/2"	16	23	14	4,60	0,00	0,00
54	1/2"	21	25	15	5,00	0,00	0,00
55	1/2"	28	29	17	10,00	0,00	0,00
56	1/2"	24	19	12	11,00	0,00	0,00
57	1/2"	23	18	11	10,65	0,00	0,00
58	1/2"	25	24	15	8,67	0,00	0,00
59	1/2"	24	20	13	9,30	0,00	0,00
60	1/2"	39	25	11	8,70	0,00	0,00
61	1/2"	42	24	10	10,50	10,50	0,00



62	1/2"	21	26	15	20,00	0,00	0,00
63	1/2"	23	27	13	18,00	0,00	0,00
64	1/2"	23	28	14	17,00	0,00	0,00
65	1/2"	24	18	16	21,00	0,00	0,00
66	1/2"	26	14	17	13,50	0,00	0,00
67	1/2"	32	22	20	15,00	0,00	0,00
68	1/2"	33	26	22	7,50	0,00	0,00
69	1/2"	26	18	18	11,00	0,00	0,00
70	1/2"	28	16	13	8,00	0,00	0,00
71	1/2"	27	15	14	10,65	0,00	0,00
72	1/2"	26	17	15	8,67	0,00	0,00
73	1/2"	35	19	16	4,69	0,00	0,00
74	1/2"	23	23	12	4,30	0,00	0,00
75	1/2"	28	24	10	10,00	0,00	0,00
76	1/2"	25	26	16	8,00	0,00	0,00
77	1/2"	24	25	12	10,65	0,00	0,00
78	1/2"	26	23	14	8,67	0,00	0,00
79	1/2"	35	22	15	12,90	0,00	0,00
80	1/2"	31	21	13	8,70	0,00	0,00
81	1/2"	39	28	15	4,30	0,00	0,00
82	1/2"	38	29	18	15,00	0,00	0,00
83	1/2"	29	30	19	18,00	0,00	0,00
84	1/2"	41	20	14	4,69	0,00	0,00
85	1/2"	26	25	13	11,00	0,00	0,00
86	1/2"	15	14	17	9,00	0,00	0,00
87	1/2"	17	13	13	10,65	0,00	0,00
88	1/2"	26	20	12	8,67	0,00	0,00
89	1/2"	24	22	12	9,00	0,00	0,00
90	1/2"	33	15	14	9,45	0,00	0,00
91	1/2"	31	15	15	12,00	0,00	0,00
92	1/2"	35	18	16	6,75	0,00	0,00
93	1/2"	38	30	18	13,50	0,00	0,00
94	1/2"	35	35	17	9,00	0,00	0,00
95	1/2"	43	22	11	10,00	0,00	0,00
96	1/2"	37	19	10	10,30	0,00	0,00
97	1/2"	25	20	13	8,67	0,00	0,00
98	1/2"	32	15	14	12,00	0,00	0,00
99	1/2"	22	20	16	7,50	0,00	0,00
100	1/2"	35	22	12	9,00	0,00	0,00
101	1/2"	30	30	10	12,45	0,00	0,00
102	1/2"	37	30	11	6,00	0,00	0,00
					<b>763,57</b>	<b>30,50</b>	<b>0,00</b>
154	3/8"	30	10	7	7,92	7,92	0,00
155	3/8"	13	10	4	2,50	0,00	0,00
156	3/8"	15	14	5	3,15	0,00	0,00
157	3/8"	30	10	11	3,75	0,00	0,00
158	3/8"	9	8	7	4,50	0,00	0,00
159	3/8"	28	10	5	2,70	0,00	2,70
160	3/8"	33	18	5	5,25	0,00	5,25
161	3/8"	35	25	6	6,90	6,90	0,00
162	3/8"	32	24	4	1,65	1,65	0,00
163	3/8"	31	26	8	1,95	0,00	0,00
164	3/8"	28	28	9	3,45	0,00	0,00
165	3/8"	11	10	10	5,00	0,00	0,00
166	3/8"	13	9	9	3,90	0,00	0,00
167	3/8"	22	19	5	4,20	0,00	4,20
168	3/8"	14	14	6	3,60	0,00	0,00
169	3/8"	26	20	7	5,25	0,00	0,00
170	3/8"	24	23	8	2,25	0,00	0,00



171	3/8"	24	20	4	4,80	4,80	0,00
172	3/8"	28	12	5	5,25	5,25	0,00
173	3/8"	22	19	9	4,30	0,00	0,00
174	3/8"	25	18	8	3,60	0,00	0,00
175	3/8"	23	22	10	4,50	0,00	0,00
176	3/8"	20	10	8	4,05	0,00	0,00
177	3/8"	15	13	9	5,30	0,00	0,00
178	3/8"	23	10	10	5,40	0,00	0,00
179	3/8"	17	14	11	5,85	0,00	0,00
180	3/8"	24	20	15	3,75	0,00	0,00
181	3/8"	23	20	11	2,85	0,00	0,00
182	3/8"	24	21	9	4,90	0,00	0,00
183	3/8"	25	19	8	6,00	0,00	0,00
184	3/8"	24	18	4	6,20	6,20	0,00
185	3/8"	33	14	9	4,50	0,00	0,00
186	3/8"	31	25	5	4,50	0,00	4,50
187	3/8"	32	30	8	4,00	0,00	0,00
188	3/8"	34	30	6	6,75	6,75	0,00
189	3/8"	33	15	8	6,15	6,15	0,00
190	3/8"	32	20	4	5,25	5,25	0,00
191	3/8"	20	15	5	5,10	0,00	0,00
192	3/8"	22	20	7	3,45	0,00	0,00
193	3/8"	20	20	9	3,75	0,00	0,00
194	3/8"	25	19	5	1,74	0,00	1,74
195	3/8"	32	18	7	6,30	0,00	6,30
196	3/8"	36	15	6	6,00	6,00	0,00
197	3/8"	35	13	5	3,75	3,75	0,00
198	3/8"	25	14	4	5,10	0,00	5,10
199	3/8"	26	15	6	6,90	6,90	0,00
200	3/8"	20	18	8	7,35	0,00	0,00
201	3/8"	28	16	7	7,20	0,00	0,00
202	3/8"	29	17	4	4,35	4,35	0,00
203	3/8"	33	14	9	4,65	0,00	0,00
204	3/8"	35	15	4	4,35	4,35	0,00
205	3/8"	26	20	5	4,20	4,20	0,00
206	3/8"	28	20	8	5,85	0,00	0,00
207	3/8"	24	25	5	4,90	0,00	4,90
208	3/8"	26	20	6	3,75	0,00	3,75
209	3/8"	21	15	4	5,85	5,85	0,00
210	3/8"	22	19	8	5,70	0,00	0,00
211	3/8"	20	15	7	6,75	0,00	0,00
212	3/8"	21	20	4	7,35	0,00	7,35
213	3/8"	23	23	5	6,15	0,00	6,15
214	3/8"	24	20	6	5,70	0,00	5,70
215	3/8"	25	19	9	5,25	0,00	0,00
216	3/8"	21	18	8	4,35	0,00	0,00
217	3/8"	20	15	7	4,20	0,00	0,00
218	3/8"	20	14	5	5,10	0,00	0,00
219	3/8"	26	20	6	6,75	0,00	6,75
220	3/8"	24	18	7	6,45	0,00	0,00
221	3/8"	25	19	8	7,20	0,00	0,00
222	3/8"	23	20	4	7,35	0,00	7,35
223	3/8"	29	23	7	5,25	0,00	5,25
224	3/8"	28	28	6	4,35	0,00	4,35
225	3/8"	24	24	8	4,20	0,00	0,00
226	3/8"	21	20	4	3,45	0,00	3,45
227	3/8"	20	15	9	5,10	0,00	0,00
228	3/8"	33	15	4	2,70	2,70	0,00
229	3/8"	25	20	6	8,40	0,00	8,40



230	3/8"	26	18	8	5,40	0,00	0,00
231	3/8"	25	14	7	5,00	0,00	0,00
232	3/8"	21	16	9	3,50	0,00	0,00
233	3/8"	22	15	8	4,00	0,00	0,00
234	3/8"	20	14	5	4,90	0,00	0,00
235	3/8"	23	20	4	5,00	0,00	5,00
236	3/8"	24	19	6	4,65	0,00	0,00
237	3/8"	19	18	5	5,00	0,00	0,00
238	3/8"	26	20	8	6,00	0,00	0,00
239	3/8"	23	21	5	4,50	4,50	0,00
240	3/8"	31	25	6	7,50	0,00	0,00
241	3/8"	25	16	4	5,25	0,00	0,00
242	3/8"	19	18	7	4,35	0,00	0,00
243	3/8"	18	17	5	3,90	0,00	0,00
244	3/8"	24	20	6	2,30	0,00	0,00
245	3/8"	19	21	5	3,50	0,00	0,00
246	3/8"	26	25	8	5,00	0,00	0,00
247	3/8"	20	16	5	6,00	0,00	0,00
248	3/8"	20	18	6	4,30	0,00	0,00
249	3/8"	15	17	4	4,50	0,00	0,00
250	3/8"	19	16	7	2,80	0,00	0,00
251	3/8"	18	11	5	3,00	0,00	0,00
252	3/8"	17	10	4	7,50	0,00	7,50
253	3/8"	16	13	9	6,90	0,00	0,00
254	3/8"	15	11	10	6,15	0,00	0,00
255	3/8"	12	10	6	5,85	0,00	0,00
256	3/8"	25	13	4	5,70	0,00	5,70
257	3/8"	25	20	5	5,85	0,00	5,85
258	3/8"	28	20	4	4,35	0,00	4,35
259	3/8"	34	15	6	4,20	4,20	0,00
					<b>518,96</b>	<b>97,67</b>	<b>121,59</b>
					<b>2173,00</b>	<b>264,94</b>	<b>121,59</b>
							<b>386,53</b>

% de partículas de chatas y alargadas=17,78%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

**FECHA** : 02/07/2018

**AGREGADO** : GRUESO

**CANTERA** : CUTIMBO

**CALICATA:** : C-01

Nro De Tara	Unid,	4	5	6
Peso de Tara	gr,	60,800	63,22	62,08
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	553,610	557,39	536,98
Peso de Tara + M. Seca	gr,	530,740	534,50	514,57
Peso de Agua	gr,	22,870	22,89	22,41
Peso Muestra Seca	gr,	469,940	471,28	452,49
Contenido de humedad W%	%	0,049	0,05	0,05
Promedio cont. Humedad W%	%	4,89%		

**AGREGADO** : FINO

**CANTERA** : CUTIMBO

**CALICATA** : C - 01

Nro De Tara	Unid,	1	2	3
Peso de Tara	gr,	54,3	58,65	53,16
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	407,18	430,66	392,36
Peso de Tara + M. Seca	gr,	378,43	400,6	365,26
Peso de Agua	gr,	28,75	30,06	27,1
Peso Muestra Seca	gr,	324,13	341,95	312,1
Contenido de humedad W%	%	8,87%	8,79%	8,68%
Promedio cont. Humedad W%	%	8,78%		

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

**FECHA** : 02/07/2018

**AGREGADO** : GRUESO

**CANTERA** : CUTIMBO

**CALICATA:** : C - 02

Nro De Tara	Unid,	7	8	9
Peso de Tara	gr,	53,120	62,04	53,49
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	527,390	522,70	528,53
Peso de Tara + M. Seca	gr,	504,490	500,06	505,81
Peso de Agua	gr,	22,900	22,64	22,72
Peso Muestra Seca	gr,	451,370	438,02	452,32
Contenido de humedad W%	%	0,051	0,05	0,05
Promedio cont. Humedad W%	%	5,09%		

**AGREGADO** : FINO

**CANTERA** : CUTIMBO

**CALICATA** : C - 02

Nro De Tara	Unid,	10	11	12
Peso de Tara	gr,	60,79	58,08	53,64
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	403,88	379,8	396,89
Peso de Tara + M. Seca	gr,	378,6	356,08	371,69
Peso de Agua	gr,	25,28	23,72	25,2
Peso Muestra Seca	gr,	317,81	298	318,05
Contenido de humedad W%	%	7,95%	7,96%	7,92%
Promedio cont. Humedad W%	%	7,95%		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

**FECHA** : 02/07/2018

**AGREGADO** : GRUESO

**CANTERA** : CUTIMBO

**CALICATA** : C - 03

Nro De Tara	Unid,	13	14	15
Peso de Tara	gr,	55,650	54,57	61,72
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	536,280	531,43	569,36
Peso de Tara + M. Seca	gr,	514,470	508,87	545,44
Peso de Agua	gr,	21,810	22,56	23,92
Peso Muestra Seca	gr,	458,820	454,30	483,72
Contenido de humedad W%	%	0,048	0,05	0,05
Promedio cont. Humedad W%	%		4,89%	

**AGREGADO** : FINO

**CANTERA** : CUTIMBO

**CALICATA** : C - 03

Nro De Tara	Unid,	16	17	18
Peso de Tara	gr,	54,42	61,61	61,18
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	407,08	455,83	437,51
Peso de Tara + M. Seca	gr,	377,97	423,34	406,44
Peso de Agua	gr,	29,11	32,49	31,07
Peso Muestra Seca	gr,	323,55	361,73	345,26
Contenido de humedad W%	%	9,00%	8,98%	9,00%
Promedio cont. Humedad W%	%		8,99%	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

**FECHA** : 02/07/2018

**AGREGADO** : GRUESO

**CANTERA** : SANTA MARIA - ILAVE

**CALICATA** : I - 01

Nro De Tara	Unid,	1	2	3
Peso de Tara	gr,	54,300	58,65	53,15
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	567,910	595,31	566,72
Peso de Tara + M. Seca	gr,	553,210	579,75	552,83
Peso de Agua	gr,	14,700	15,56	13,89
Peso Muestra Seca	gr,	498,910	521,10	499,68
Contenido de humedad W%	%	0,029	0,03	0,03
Promedio cont. Humedad W%	%		2,90%	

**AGREGADO** : FINO

**CANTERA** : SANTA MARIA - ILAVE

**CALICATA** : I - 01

Nro De Tara	Unid,	4	5	6
Peso de Tara	gr,	60,8	63,21	62,08
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	485,94	522,26	507,52
Peso de Tara + M. Seca	gr,	472,33	507,31	493,2
Peso de Agua	gr,	13,61	14,95	14,32
Peso Muestra Seca	gr,	411,53	444,1	431,12
Contenido de humedad W%	%	3,31%	3,37%	3,32%
Promedio cont. Humedad W%	%		3,33%	



### CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

**FECHA** : 02/07/2018

**AGREGADO** : GRUESO

**CANTERA** : SANTA MARIA - ILAVE

**CALICATA** : I - 02

Nro De Tara	Unid,	7	8	9
Peso de Tara	gr,	53,110	62,03	53,48
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	582,440	592,49	601,89
Peso de Tara + M. Seca	gr,	563,860	574,66	584,15
Peso de Agua	gr,	18,580	17,83	17,74
Peso Muestra Seca	gr,	510,750	512,63	530,67
Contenido de humedad W%	%	0,036	0,03	0,03
Promedio cont. Humedad W%	%	3,49%		

**AGREGADO** : FINO

**CANTERA** : SANTA MARIA - ILAVE

**CALICATA** : I - 02

Nro De Tara	Unid,	10	11	12
Peso de Tara	gr,	60,79	58,1	53,65
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	487,93	471,58	477,36
Peso de Tara + M. Seca	gr,	469,48	453,85	459,06
Peso de Agua	gr,	18,45	17,73	18,3
Peso Muestra Seca	gr,	408,69	395,75	405,41
Contenido de humedad W%	%	4,51%	4,48%	4,51%
Promedio cont. Humedad W%	%	4,50%		

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

**FECHA** : 02/07/2018

**AGREGADO** : GRUESO

**CANTERA** : SANTA MARIA - ILAVE

**CALICATA** : I - 03

Nro De Tara	Unid,	13	14	15
Peso de Tara	gr,	55,650	54,56	61,71
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	582,950	560,70	577,06
Peso de Tara + M. Seca	gr,	568,500	546,03	562,18
Peso de Agua	gr,	14,450	14,67	14,88
Peso Muestra Seca	gr,	512,850	491,47	500,47
Contenido de humedad W%	%	0,028	0,03	0,03
Promedio cont. Humedad W%	%	2,93%		

**AGREGADO** : FINO

**CANTERA** : SANTA MARIA - ILAVE

**CALICATA** : I - 03

Nro De Tara	Unid,	16	17	18
Peso de Tara	gr,	54,43	61,62	61,18
Peso de Tara + M. Humeda	gr,	540,28	548,22	555,48
Peso de Tara + M. Seca	gr,	524,8	532,78	539,49
Peso de Agua	gr,	15,48	15,44	15,99
Peso Muestra Seca	gr,	470,37	471,16	478,31
Contenido de humedad W%	%	3,29%	3,28%	3,34%
Promedio cont. Humedad W%	%	3,30%		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES  
DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA  
ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

FECHA : 16/07/2018

CANTERA : CUTIMBO

CALICATA : C-01

**AGREGADO FINO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13220.00	13285.00	13230.00
Peso de la Muestra gr,	8435.00	8500.00	8445.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.52	1.53	1.52
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.522</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Mol de N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	14030.00	13985.00	13970.00
Peso de la Muestra gr,	9245.00	9200.00	9185.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.66	1.66	1.65
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.657</b>		

**AGREGADO GRUESO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13320.00	13335.00	13275.00
Peso de la Muestra gr,	8535.00	8550.00	8490.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.54	1.54	1.53
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.534</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso Molde + Muestra gr,	13665.00	13645.00	13670.00
Peso de la Muestra gr,	8880.00	8860.00	8885.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.60	1.59	1.60
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.597</b>		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES  
DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA  
ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

FECHA : 16/07/2018

CANTERA : CUTIMBO

CALICATA : C-02

**AGREGADO FINO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13115.00	13095.00	13070.00
Peso de la Muestra gr,	8330.00	8310.00	8285.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.50	1.50	1.49
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.495</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13725.00	13710.00	13720.00
Peso de la Muestra gr,	8940.00	8925.00	8935.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.61	1.61	1.61
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.608</b>		

**AGREGADO GRUESO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13210.00	13245.00	13235.00
Peso de la Muestra gr,	8425.00	8460.00	8450.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.52	1.52	1.52
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.520</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso Molde + Muestra gr,	13620.00	13635.00	13640.00
Peso de la Muestra gr,	8835.00	8850.00	8855.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.59	1.59	1.59
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.592</b>		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES  
DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA  
ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

FECHA : 16/07/2018

CANTERA : CUTIMBO

CALICATA : C-03

**AGREGADO FINO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	12945.00	12970.00	12975.00
Peso de la Muestra gr,	8160.00	8185.00	8190.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.47	1.47	1.47
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.472</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13765.00	13765.00	13810.00
Peso de la Muestra gr,	8980.00	8980.00	9025.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.62	1.62	1.62
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.619</b>		

**AGREGADO GRUESO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13215.00	13225.00	13315.00
Peso de la Muestra gr,	8430.00	8440.00	8530.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.52	1.52	1.53
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.524</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso Molde + Muestra gr,	13620.00	13615.00	13645.00
Peso de la Muestra gr,	8835.00	8830.00	8860.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.59	1.59	1.59
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.591</b>		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES  
DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA  
ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

FECHA : 17/07/2018

CANTERA : SANTA MARÍA - ILAVE

CALICATA : I-01

**AGREGADO FINO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13880.00	13885.00	13795.00
Peso de la Muestra gr,	9095.00	9100.00	9010.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.64	1.64	1.62
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.632</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	14400.00	14395.00	14430.00
Peso de la Muestra gr,	9615.00	9610.00	9645.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.73	1.73	1.74
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.732</b>		

**AGREGADO GRUESO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13500.00	13540.00	13565.00
Peso de la Muestra gr,	8715.00	8755.00	8780.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.57	1.58	1.58
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.575</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso Molde + Muestra gr,	13865.00	13885.00	13845.00
Peso de la Muestra gr,	9080.00	9100.00	9060.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.63	1.64	1.63
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.634</b>		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES  
DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA  
ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

FECHA : 17/07/2018

CANTERA : SANTA MARÍA - ILAVE

CALICATA : I-02

**AGREGADO FINO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13790.00	13745.00	13730.00
Peso de la Muestra gr,	9005.00	8960.00	8945.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.62	1.61	1.61
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.614</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	14335.00	14360.00	14350.00
Peso de la Muestra gr,	9550.00	9575.00	9565.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.72	1.72	1.72
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.721</b>		

**AGREGADO GRUESO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13850.00	13950.00	13920.00
Peso de la Muestra gr,	9065.00	9165.00	9135.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.63	1.65	1.64
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.641</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso Molde + Muestra gr,	14370.00	14385.00	14380.00
Peso de la Muestra gr,	9585.00	9600.00	9595.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.72	1.73	1.73
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.726</b>		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES  
DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA  
ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

FECHA : 17/07/2018

CANTERA : SANTA MARÍA - ILAVE

CALICATA : I-03

**AGREGADO FINO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13855.00	13835.00	13790.00
Peso de la Muestra gr,	9070.00	9050.00	9005.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.63	1.63	1.62
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.627</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	14395.00	14450.00	14435.00
Peso de la Muestra gr,	9610.00	9665.00	9650.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.73	1.74	1.74
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.735</b>		

**AGREGADO GRUESO**

**Peso Unitario Suelto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso molde + Muestra gr,	13480.00	13450.00	13465.00
Peso de la Muestra gr,	8695.00	8665.00	8680.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.56	1.56	1.56
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.562</b>		

**Peso Unitario Compacto**

Molde N°	1	2	3
Peso del Molde gr,	4785.00	4785.00	4785.00
Peso Molde + Muestra gr,	13670.00	13680.00	13750.00
Peso de la Muestra gr,	8885.00	8895.00	8965.00
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	5557.18	5557.18	5557.18
peso unitario Kg/m <sup>3</sup>	1.60	1.60	1.61
Peso Unitario Seco Kg/m <sup>3</sup>	<b>1.604</b>		



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

### PESOS ESPECÍFICOS DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA -  
ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

Solicitado por: Florentino salomon lipa mamani

Lugar : :Cutimbo

Fecha : :23/07/2018

Muestra : C -01, 02, 03

Cantera : Cutimbo

PESOS ESPECÍFICOS Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
		1	2	3
I	DATOS			
1	peso de la muestra + peso de la fiola+ Agua	1004,45	1006,23	1005,95
2	Peso de la muestra superficialmente seca + peso de fiola	710,00	710,00	710,00
3	Peso del Agua	294,45	296,23	295,95
4	peso de la Muestra seca al Horno	489,37	487,22	480,75
5	Volumen de la fiola	500,00	500,00	500,00
6	Peso de La Muestra Superficialmente Seca SSS	500,00	500,00	500,00
7	Peso específico de la masa	2,38	2,39	2,36
8	Peso específico saturada SSS	2,43	2,45	2,45
9	Peso Específico Aparente	2,51	2,55	2,60
10	Porcentaje de Absorción	2,17	2,62	4,00

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO				
II	DATOS			
1	Peso de muestra seca al Horno	976	969,3	969,32
2	Peso de la Muestra superficialmente seca SSS	1010,33	1000,14	1000,72
3	Peso de la Muestra Sumergido al Agua	598,47	588,91	591,14
4	Peso Específico de Masa	2,37	2,36	2,37
5	peso específico de masa Saturada SSS	2,45	2,43	2,44
6	Peso Específico Aparente	2,59	2,55	2,56
10	Porcentaje de Absorción	3,52	3,18	3,24



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

### PESOS ESPECÍFICOS DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Tesis : **ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017**

Solicitado por : Florentino Salomon Lipa Mamani

Lugar : :Santa maria - Ilave

Fecha : :26/07/2018

Muestra : I-01,02,03

Cantera : Santa maria - Ilave

<b>PESOS ESPECÍFICOS Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>I</b>	<b>DATOS</b>			
1	peso de la muestra + peso de la fiola+ Agua	1010	1004,91	1005,95
2	Peso de la muestra superficialmente seca + peso de fiola	710,00	710,00	710,00
3	Peso del Agua	300,00	294,91	295,95
4	peso de la Muestra seca al Horno	490	485	480,75
5	Volumen de la fiola	500,00	500,00	500,00
6	Peso de La Muestra Superficialmente Seca SSS	500,00	500,00	500,00
7	Peso especifico de la masa	2,45	2,36	2,36
8	Peso especifico saturada SSS	2,50	2,44	2,45
9	Peso Especifico Aparente	2,58	2,55	2,60
10	Porcentaje de Absorción	2,04	3,09	4,00
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>				
<b>II</b>	<b>DATOS</b>			
1	Peso de muestra seca al Horno	1055	990	969,32
2	Peso de la Muestra superficialmente seca SSS	1075	1005	1000,72
3	Peso de la Muestra Sumergido al Agua	640,17	604,46	591,14
4	Peso Especifico de Masa	2,43	2,47	2,37
5	peso especifico de masa Saturada SSS	2,47	2,51	2,44
6	Peso Especifico Aparente	2,54	2,57	2,56
10	Porcentaje de Absorción	1,90	1,52	3,24



## **ANEXO B**

### **MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO (ASTM C39/C39M – 14)**

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: C39/C39M – 18

## Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C39/C39M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.*

### 1. Scope\*

1.1 This test method covers determination of compressive strength of cylindrical concrete specimens such as molded cylinders and drilled cores. It is limited to concrete having a density in excess of 800 kg/m<sup>3</sup> [50 lb/ft<sup>3</sup>].

1.2 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The inch-pound units are shown in brackets. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. (Warning—Means should be provided to contain concrete fragments during sudden rupture of specimens. Tendency for sudden rupture increases with increasing concrete strength and it is more likely when the testing machine is relatively flexible. The safety precautions given in the Manual are recommended.)*

1.4 The text of this standard references notes which provide explanatory material. These notes shall not be considered as requirements of the standard.

1.5 *This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.*

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Testing for Strength.

Current edition approved Jan. 1, 2018. Published February 2018. Originally approved in 1921. Last previous edition approved in 2017 as C39/C39M – 17b. DOI: 10.1520/C0039\_C0039M-18.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:<sup>2</sup>

- C31/C31M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
- C42/C42M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete
- C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates
- C192/C192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory
- C617/C617M Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens
- C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials
- C873/C873M Test Method for Compressive Strength of Concrete Cylinders Cast in Place in Cylindrical Molds
- C943 Practice for Making Test Cylinders and Prisms for Determining Strength and Density of Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory
- C1077 Practice for Agencies Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Testing Agency Evaluation
- C1176/C1176M Practice for Making Roller-Compacted Concrete in Cylinder Molds Using a Vibrating Table
- C1231/C1231M Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Cylindrical Concrete Specimens
- C1435/C1435M Practice for Molding Roller-Compacted Concrete in Cylinder Molds Using a Vibrating Hammer
- C1604/C1604M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores of Shotcrete
- E4 Practices for Force Verification of Testing Machines
- E18 Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials

<sup>2</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, [www.astm.org](http://www.astm.org), or contact ASTM Customer Service at [service@astm.org](mailto:service@astm.org). For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. United States

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Wed Jul 18 12:14:39 EDT 2018 1

Downloaded/printed by

Terracon (Terracon) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.

E74 Practice of Calibration of Force-Measuring Instruments for Verifying the Force Indication of Testing Machines Manual of Aggregate and Concrete Testing

C943, C1176/C1176M, C1231/C1231M, and C1435/C1435M, and Test Methods C42/C42M, C873/C873M, and C1604/C1604M.

### 3. Terminology

3.1 *Definitions*—For definitions of terms used in this practice, refer to Terminology C125.

3.2 *Definitions of Terms Specific to This Standard:*

3.2.1 *bearing block, n*—steel piece to distribute the load from the testing machine to the specimen.

3.2.2 *lower bearing block, n*—steel piece placed under the specimen to distribute the load from the testing machine to the specimen.

3.2.2.1 *Discussion*—The lower bearing block provides a readily machinable surface for maintaining the specified bearing surface. The lower bearing block may also be used to adapt the testing machine to various specimen heights. The lower bearing block is also referred to as *bottom block, plain block, and false platen*.

3.2.3 *platen, n*—primary bearing surface of the testing machine.

3.2.3.1 *Discussion*—The platen is also referred to as the testing machine *table*.

3.2.4 *spacer, n*—steel piece used to elevate the lower bearing block to accommodate test specimens of various heights.

3.2.4.1 *Discussion*—Spacers are not required to have hardened bearing faces because spacers are not in direct contact with the specimen or the retainers of unbonded caps.

3.2.5 *upper bearing block, n*—steel assembly suspended above the specimen that is capable of tilting to bear uniformly on the top of the specimen.

3.2.5.1 *Discussion*—The upper bearing block is also referred to as the *spherically seated block* and the *suspended block*.

### 4. Summary of Test Method

4.1 This test method consists of applying a compressive axial load to molded cylinders or cores at a rate which is within a prescribed range until failure occurs. The compressive strength of the specimen is calculated by dividing the maximum load attained during the test by the cross-sectional area of the specimen.

### 5. Significance and Use

5.1 Care must be exercised in the interpretation of the significance of compressive strength determinations by this test method since strength is not a fundamental or intrinsic property of concrete made from given materials. Values obtained will depend on the size and shape of the specimen, batching, mixing procedures, the methods of sampling, molding, and fabrication and the age, temperature, and moisture conditions during curing.

5.2 This test method is used to determine compressive strength of cylindrical specimens prepared and cured in accordance with Practices C31/C31M, C192/C192M, C617/C617M,

5.3 The results of this test method are used as a basis for quality control of concrete proportioning, mixing, and placing operations; determination of compliance with specifications; control for evaluating effectiveness of admixtures; and similar uses.

5.4 The individual who tests concrete cylinders for acceptance testing shall meet the concrete laboratory technician requirements of Practice C1077, including an examination requiring performance demonstration that is evaluated by an independent examiner.

NOTE 1—Certification equivalent to the minimum guidelines for ACI Concrete Laboratory Technician, Level I or ACI Concrete Strength Testing Technician will satisfy this requirement.

### 6. Apparatus

6.1 *Testing Machine*—The testing machine shall be of a type having sufficient capacity and capable of providing the rates of loading prescribed in 8.5.

6.1.1 Verify the accuracy of the testing machine in accordance with Practices E4, except that the verified loading range shall be as required in 6.4. Verification is required:

6.1.1.1 Within 13 months of the last calibration,

6.1.1.2 On original installation or immediately after relocation,

6.1.1.3 Immediately after making repairs or adjustments that affect the operation of the force applying system or the values displayed on the load indicating system, except for zero adjustments that compensate for the mass of bearing blocks or specimen, or both, or

6.1.1.4 Whenever there is reason to suspect the accuracy of the indicated loads.

6.1.2 *Design*—The design of the machine must include the following features:

6.1.2.1 The machine must be power operated and must apply the load continuously rather than intermittently, and without shock. If it has only one loading rate (meeting the requirements of 8.5), it must be provided with a supplemental means for loading at a rate suitable for verification. This supplemental means of loading may be power or hand operated.

6.1.2.2 The space provided for test specimens shall be large enough to accommodate, in a readable position, an elastic calibration device which is of sufficient capacity to cover the potential loading range of the testing machine and which complies with the requirements of Practice E74.

NOTE 2—The types of elastic calibration devices most generally available and most commonly used for this purpose are the circular proving ring or load cell.

6.1.3 *Accuracy*—The accuracy of the testing machine shall be in accordance with the following provisions:

6.1.3.1 The percentage of error for the loads within the proposed range of use of the testing machine shall not exceed  $\pm 1.0\%$  of the indicated load.

**C39/C39M – 18**

6.1.3.2 The accuracy of the testing machine shall be verified by applying five test loads in four approximately equal increments in ascending order. The difference between any two successive test loads shall not exceed one third of the difference between the maximum and minimum test loads.

6.1.3.3 The test load as indicated by the testing machine and the applied load computed from the readings of the verification device shall be recorded at each test point. Calculate the error,  $E$ , and the percentage of error,  $E_p$ , for each point from these data as follows:

$$E = A - B \quad (1)$$

$$E_p = 100 A - B / B$$

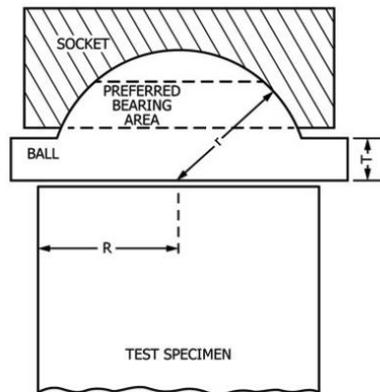
where:

$A$  = load, kN [lbf] indicated by the machine being verified, and  
 $B$  = applied load, kN [lbf] as determined by the calibrating device.

6.1.3.4 The report on the verification of a testing machine shall state within what loading range it was found to conform to specification requirements rather than reporting a blanket acceptance or rejection. In no case shall the loading range be stated as including loads below the value which is 100 times the smallest change of load estimable on the load-indicating mechanism of the testing machine or loads within that portion of the range below 10 % of the maximum range capacity.

6.1.3.5 In no case shall the loading range be stated as including loads outside the range of loads applied during the verification test.

6.1.3.6 The indicated load of a testing machine shall not be corrected either by calculation or by the use of a calibration diagram to obtain values within the required permissible variation.



$T \geq R - r$   
 $r$  = radius of spherical portion of upper bearing block  
 $R$  = nominal radius of specimen  
 $T$  = thickness of upper bearing block extending beyond the sphere

**FIG. 1 Schematic Sketch of Typical Upper Bearing Block**

6.2 **Bearing Blocks**—The upper and lower bearing blocks shall conform to the following requirements:

6.2.1 Bearing blocks shall be steel with hardened bearing faces (Note 3).

6.2.2 Bearing faces shall have dimensions at least 3 % greater than the nominal diameter of the specimen.

6.2.3 Except for the inscribed concentric circles described in 6.2.4.7, the bearing faces shall not depart from a plane by more than 0.02 mm [0.001 in.] along any 150 mm [6 in.] length for bearing blocks with a diameter of 150 mm [6 in.] or larger, or by more than 0.02 mm [0.001 in.] in any direction of smaller bearing blocks. New bearing blocks shall be manufactured within one-half of this tolerance.

NOTE 3—It is desirable that the bearing faces of bearing blocks have a Rockwell hardness at least 55 HRC as determined by Test Methods E18.  
 NOTE 4—Square bearing faces are permissible for the bearing blocks.

6.2.4 **Upper Bearing Block**—The upper bearing block shall conform to the following requirements:

6.2.4.1 The upper bearing block shall be spherically seated and the center of the sphere shall coincide with the center of the bearing face within  $\pm 5$  % of the radius of the sphere.

6.2.4.2 The ball and the socket shall be designed so that the steel in the contact area does not permanently deform when loaded to the capacity of the testing machine.

NOTE 5—The preferred contact area is in the form of a ring (described as *preferred bearing area*) as shown in Fig. 1.

6.2.4.3 Provision shall be made for holding the upper bearing block in the socket. The design shall be such that the bearing face can be rotated and tilted at least 4° in any direction.

6.2.4.4 If the upper bearing block is a two-piece design composed of a spherical portion and a bearing plate, a mechanical means shall be provided to ensure that the spherical portion is fixed and centered on the bearing plate.

6.2.4.5 The diameter of the sphere shall be at least 75 % of the nominal diameter of the specimen. If the diameter of the sphere is smaller than the diameter of the specimen, the portion of the bearing face extending beyond the sphere shall have a thickness not less than the difference between the radius of the sphere and radius of the specimen (see Fig. 1). The least dimension of the bearing face shall be at least as great as the diameter of the sphere.

6.2.4.6 The dimensions of the bearing face of the upper bearing block shall not exceed the following values:

Nominal Diameter of Specimen, mm [in.]	Maximum Diameter of Round Bearing Face, mm [in.]	Maximum Dimensions of Square Bearing Face, mm [in.]
50 [2]	105 [4]	105 by 105 [4 by 4]
75 [3]	130 [5]	130 by 130 [5 by 5]
100 [4]	165 [6.5]	165 by 165 [6.5 by 6.5]
150 [6]	255 [10]	255 by 255 [10 by 10]
200 [8]	280 [11]	280 by 280 [11 by 11]

6.2.4.7 If the diameter of the bearing face of the upper bearing block exceeds the nominal diameter of the specimen by more than 13 mm [0.5 in.], concentric circles not more than 0.8 mm [0.03 in.] deep and not more than 1 mm [0.04 in.] wide shall be inscribed on the face of upper bearing block to facilitate proper centering.

 C39/C39M – 18

6.2.4.8 At least every six months, or as specified by the manufacturer of the testing machine, clean and lubricate the curved surfaces of the socket and of the spherical portion of the upper bearing block. The lubricant shall be a petroleum-type oil such as conventional motor oil or as specified by the manufacturer of the testing machine.

NOTE 6—To ensure uniform seating, the upper bearing block is designed to tilt freely as it comes into contact with the top of the specimen. After contact, further rotation is undesirable. Friction between the socket and the spherical portion of the head provides restraint against further rotation during loading. Pressure-type greases can reduce the desired friction and permit undesired rotation of the spherical head and should not be used unless recommended by the manufacturer of the testing machine. Petroleum-type oil such as conventional motor oil has been shown to permit the necessary friction to develop.

6.2.5 *Lower Bearing Block*—The lower bearing block shall conform to the following requirements:

6.2.5.1 The lower bearing block shall be solid.

6.2.5.2 The top and bottom surfaces of the lower bearing block shall be parallel to each other.

6.2.5.3 The lower bearing block shall be at least 25 mm [1.0 in.] thick when new, and at least 22.5 mm [0.9 in.] thick after resurfacing.

6.2.5.4 The lower bearing block shall be fully supported by the platen of the testing machine or by any spacers used.

6.2.5.5 If the testing machine is designed that the platen itself is readily maintained in the specified surface condition, a lower bearing block is not required.

NOTE 7—The lower bearing block may be fastened to the platen of the testing machine.

NOTE 8—Inscribed concentric circles as described in 6.2.4.7 are optional on the lower bearing block.

6.3 *Spacers*—If spacers are used, the spacers shall be placed under the lower bearing block and shall conform to the following requirements:

6.3.1 Spacers shall be solid steel. One vertical opening located in the center of the spacer is permissible. The maximum diameter of the vertical opening is 19 mm [0.75 in.].

6.3.2 The top and bottom surfaces of the spacer shall be parallel to each other.

6.3.3 Spacers shall be fully supported by the platen of the test machine.

6.3.4 Spacers shall fully support the lower bearing block and any spacers above.

6.3.5 Spacers shall not be in direct contact with the specimen or the retainers of unbonded caps.

6.4 *Load Indication*—The testing machine shall be equipped with either a dial or digital load indicator.

6.4.1 The verified loading range shall not include loads less than 100 times the smallest change of load that can be read.

6.4.2 A means shall be provided that will record, or indicate until reset, the maximum load to an accuracy within 1.0 % of the load.

6.4.3 If the load is displayed on a dial, the graduated scale shall be readable to at least the nearest 0.1 % of the full scale load (Note 9). The dial shall be readable within 1.0 % of the indicated load at any given load level within the loading range. The dial pointer shall be of sufficient length to reach the graduation marks. The width of the end of the pointer shall not

exceed the clear distance between the smallest graduations. The scale shall be provided with a labeled graduation line load corresponding to zero load. Each dial shall be equipped with a zero adjustment located outside the dial case and accessible from the front of the machine while observing the zero mark and dial pointer.

NOTE 9—Readability is considered to be 0.5 mm [0.02 in.] along the arc described by the end of the pointer. If the spacing is between 1 and 2 mm [0.04 and 0.08 in.], one half of a scale interval is considered readable. If the spacing is between 2 and 3 mm [0.08 and 0.12 in.], one third of a scale interval is considered readable. If the spacing is 3 mm [0.12 in.] or more, one fourth of a scale interval is considered readable.

6.4.4 If the load is displayed in digital form, the numbers must be large enough to be read. The numerical increment shall not exceed 0.1 % of the full scale load of a given loading range. Provision shall be made for adjusting the display to indicate a value of zero when no load is applied to the specimen.

6.5 Documentation of the calibration and maintenance of the testing machine shall be in accordance with Practice C1077.

## 7. Specimens

7.1 Specimens shall not be tested if any individual diameter of a cylinder differs from any other diameter of the same cylinder by more than 2 %.

NOTE 10—This may occur when single use molds are damaged or deformed during shipment, when flexible single use molds are deformed during molding, or when a core drill deflects or shifts during drilling.

7.2 Prior to testing, neither end of test specimens shall depart from perpendicularity to the axis by more than 0.5° (approximately equivalent to 1 mm in 100 mm [0.12 in. in 12 in.]). The ends of compression test specimens that are not plane within 0.050 mm [0.002 in.] shall be sawed or ground to meet that tolerance, or capped in accordance with either Practice C617/C617M or, when permitted, Practice C1231/C1231M. The diameter used for calculating the cross-sectional area of the test specimen shall be determined to the nearest 0.25 mm [0.01 in.] by averaging two diameters measured at right angles to each other at about midheight of the specimen.

7.3 The number of individual cylinders measured for determination of average diameter is not prohibited from being reduced to one for each ten specimens or three specimens per day, whichever is greater, if all cylinders are known to have been made from a single lot of reusable or single-use molds which consistently produce specimens with average diameters within a range of 0.5 mm [0.02 in.]. When the average diameters do not fall within the range of 0.5 mm [0.02 in.] or when the cylinders are not made from a single lot of molds, each cylinder tested must be measured and the value used in calculation of the unit compressive strength of that specimen. When the diameters are measured at the reduced frequency, the cross-sectional areas of all cylinders tested on that day shall be computed from the average of the diameters of the three or more cylinders representing the group tested that day.

7.4 If the purchaser of the testing services or the specifier of the tests requests measurement of the specimen density, determine the specimen density before capping by either 7.4.1

(specimen dimension method) or 7.4.2 (submerged weighing method). For either method, use a balance or scale that is accurate to within 0.3 % of the mass being measured.

7.4.1 Remove any surface moisture with a towel and measure the mass of the specimen. Measure the length of the specimen to the nearest 1 mm [0.05 in.] at three locations spaced evenly around the circumference. Compute the average length and record to the nearest 1 mm [0.05 in.].

7.4.2 Remove any surface moisture with a towel and determine the mass of the specimen in air. Submerge the specimen in water at a temperature of  $23.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$  [ $73.5 \pm 3.5^\circ\text{F}$ ] for  $15 \pm 5$  sec. Then, determine the apparent mass of the specimen while submerged under water.

7.5 When density determination is not required and the length to diameter ratio is less than 1.8 or more than 2.2, measure the length of the specimen to the nearest 0.05 D.

## 8. Procedure

8.1 Compression tests of moist-cured specimens shall be made as soon as practicable after removal from moist storage.

8.2 Test specimens shall be kept moist by any convenient method during the period between removal from moist storage and testing. They shall be tested in the moist condition.

8.3 Tolerances for specimen ages are as follows:

Test Age <sup>a</sup>	Permissible Tolerance
24 h	$\pm 0.5$ h
3 days	$\pm 2$ h
7 days	$\pm 6$ h
28 days	$\pm 20$ h
90 days	$\pm 2$ days

<sup>a</sup>For test ages not listed, the test age tolerance is  $\pm 2.0\%$  of the specified age.

8.3.1 Unless otherwise specified by the specifier of tests, for this test method the test age shall start at the beginning of casting specimens.

8.4 *Placing the Specimen*—Place the lower bearing block, with the hardened face up, on the table or platen of the testing machine. Wipe clean the bearing faces of the upper and lower bearing blocks, spacers if used, and of the specimen. If using unbonded caps, wipe clean the bearing surfaces of the retainers and center the unbonded caps on the specimen. Place the specimen on the lower bearing block and align the axis of the specimen with the center of thrust of the upper bearing block.

NOTE 11—Although the lower bearing block may have inscribed concentric circles to assist with centering the specimen, final alignment is made with reference to the upper bearing block.

8.4.1 *Zero Verification and Block Seating*—Prior to testing the specimen, verify that the load indicator is set to zero. In cases where the indicator is not properly set to zero, adjust the indicator (NOTE 12). After placing the specimen in the machine but prior to applying the load on the specimen, tilt the movable portion of the spherically seated block gently by hand so that the bearing face appears to be parallel to the top of the test specimen.

NOTE 12—The technique used to verify and adjust load indicator to zero will vary depending on the machine manufacturer. Consult your owner's manual or compression machine calibrator for the proper technique.

8.4.2 *Verification of Alignment When Using Unbonded Caps*—If using unbonded caps, verify the alignment of the specimen after application of load, but before reaching 10 % of the anticipated specimen strength. Check to see that the axis of the cylinder does not depart from vertical by more than  $0.5^\circ$  (NOTE 13) and that the ends of the cylinder are centered within the retaining rings. If the cylinder alignment does not meet these requirements, release the load, and carefully recenter the specimen. Reapply load and recheck specimen centering and alignment. A pause in load application to check cylinder alignment is permissible.

NOTE 13—An angle of  $0.5^\circ$  is equal to a slope of approximately 1 mm in 100 mm [ $1/8$  inches in 12 inches]

8.5 *Rate of Loading*—Apply the load continuously and without shock.

8.5.1 The load shall be applied at a rate of movement (platen to crosshead measurement) corresponding to a stress rate on the specimen of  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s [ $35 \pm 7$  psi/s] (see NOTE 14). The designated rate of movement shall be maintained at least during the latter half of the anticipated loading phase.

NOTE 14—For a screw-driven or displacement-controlled testing machine, preliminary testing will be necessary to establish the required rate of movement to achieve the specified stress rate. The required rate of movement will depend on the size of the test specimen, the elastic modulus of the concrete, and the stiffness of the testing machine.

8.5.2 During application of the first half of the anticipated loading phase, a higher rate of loading shall be permitted. The higher loading rate shall be applied in a controlled manner so that the specimen is not subjected to shock loading.

8.5.3 Make no adjustment in the rate of movement (platen to crosshead) as the ultimate load is being approached and the stress rate decreases due to cracking in the specimen.

8.6 Apply the compressive load until the load indicator shows that the load is decreasing steadily and the specimen displays a well-defined fracture pattern (Types 1 to 4 in Fig. 2). For a testing machine equipped with a specimen break detector, automatic shut-off of the testing machine is prohibited until the load has dropped to a value that is less than 95 % of the peak load. When testing with unbonded caps, a corner fracture similar to a Type 5 or 6 pattern shown in Fig. 2 may occur before the ultimate capacity of the specimen has been attained. Continue compressing the specimen until the user is certain that the ultimate capacity has been attained. Record the maximum load carried by the specimen during the test, and note the type of fracture pattern according to Fig. 2. If the fracture pattern is not one of the typical patterns shown in Fig. 2, sketch and describe briefly the fracture pattern. If the measured strength is lower than expected, examine the fractured concrete and note the presence of large air voids, evidence of segregation, whether fractures pass predominantly around or through the coarse aggregate particles, and verify end preparations were in accordance with Practice C617/ C617M or Practice C1231/C1231M.

## 9. Calculation

9.1 Calculate the compressive strength of the specimen as follows:

SI units:

C39/C39M – 18

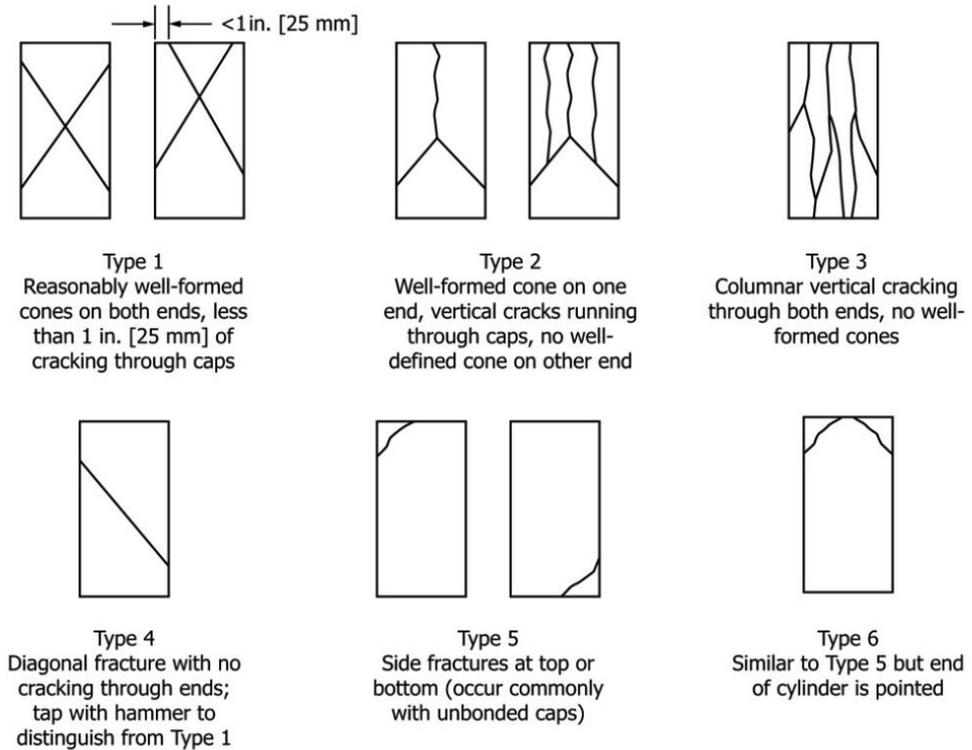


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

$$f_{cm} = \frac{4000 P_{max}}{\pi D^2} \quad (2)$$

Inch-pound units:

$$f_{cm} = \frac{4 P_{max}}{\pi D^2} \quad (3)$$

where:

$f_{cm}$  = compressive strength, MPa [psi],  
 $P_{max}$  = maximum load, kN [lbf], and  
 $D$  = average measured diameter, mm [in.].

9.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 9.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

NOTE 15—Correction factors depend on various conditions such as moisture condition, strength level, and elastic modulus. Average values are given in the table. These correction factors apply to low-density concrete weighing between 1600 and 1920 kg/m<sup>3</sup> [100 and 120 lb/ft<sup>3</sup>] and to normal-density concrete. They are applicable to concrete dry or soaked at the time of loading and for nominal concrete strengths from 14 to 42 MPa [2000 to 6000 psi]. For strengths higher than 42 MPa [6000 psi] correction

factors may be larger than the values listed above<sup>3</sup>.

9.3 If required, calculate the specimen density to the nearest 10 kg/m<sup>3</sup> [1 lb/ft<sup>3</sup>] using the applicable method.

9.3.1 If specimen density is determined based on specimen dimensions, calculate specimen density as follows:

SI units:

$$\rho_s = \frac{4 \times 10^9 \times W}{L \times D^2 \times \pi} \quad (4)$$

Inch-pound units:

$$\rho_s = \frac{6912 \times W}{L \times D^2 \times \pi}$$

where:

$\rho_s$  = specimen density, kg/m<sup>3</sup> [lb/ft<sup>3</sup>],  
 $W$  = mass of specimen in air, kg [lb],  
 $L$  = average measured length, mm [in.], and  
 $D$  = average measured diameter, mm [in.].

9.3.2 If the specimen density is based on submerged weighing, calculate the specimen density as follows:

<sup>3</sup> Bartlett, F.M. and MacGregor, J.G., "Effect of Core Length-to-Diameter Ratio on Concrete Core Strength," *ACI Materials Journal*, Vol 91, No. 4, July-August, 1994, pp. 339-348.

$$\rho_s = \frac{W \times \gamma_w}{W - W_s} \quad (6)$$

where:

- $\rho_s$  = specimen density, kg/m<sup>3</sup> [lb/ft<sup>3</sup>],
- $W$  = mass of specimen in air, kg [lb],
- $W_s$  = apparent mass of submerged specimen, kg [lb], and
- $\gamma_w$  = density of water at 23°C [73.5°F] = 997.5 kg/m<sup>3</sup> [62.27 lb/ft<sup>3</sup>].

## 10. Report

10.1 Report the following information:

- 10.1.1 Identification number,
- 10.1.2 Average measured diameter (and measured length, if outside the range of 1.8  $D$  to 2.2  $D$ ), in millimetres [inches],
- 10.1.3 Cross-sectional area, in square millimetres [square inches],
- 10.1.4 Maximum load, in kilonewtons [pounds-force],
- 10.1.5 Compressive strength rounded to the nearest 0.1 MPa [10 psi],
- 10.1.6 If the average of two or more companion cylinders tested at the same age is reported, calculate the average compressive strength using the unrounded individual compressive strength values. Report the average compressive-strength rounded to the nearest 0.1 MPa [10 psi].
- 10.1.7 Type of fracture (see Fig. 2),
- 10.1.8 Defects in either specimen or caps,
- 10.1.9 Age of specimen at time of testing. Report age in days for ages three days or greater, report age in hours if the age is less than three days,

NOTE 16—If software limitations prevent reporting the specimen age in hours, the age of the specimen in hours may be included in a note in the report.

10.1.10 If determined, the density to the nearest 10 kg/m<sup>3</sup> [1 lb/ft<sup>3</sup>].

## 11. Precision and Bias

### 11.1 Precision

11.1.1 *Single-Operator Precision*—The following table provides the single-operator precision of tests of 150 by 300 mm [6 by 12 in.] and 100 by 200 mm [4 by 8 in.] cylinders made from a well-mixed sample of concrete under laboratory conditions and under field conditions (see 11.1.2).

	Coefficient of Variation <sup>4</sup>	Acceptable Range <sup>4</sup> of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

<sup>4</sup> These numbers represent respectively the (1s %) and (d2s %) limits as described in Practice C670.

11.1.2 The single-operator coefficient of variation represents the expected variation of measured strength of companion cylinders prepared from the same sample of concrete and tested by one laboratory at the same age. The values given for the single-operator coefficient of variation of 150 by 300 mm [6 by 12 in.] cylinders are applicable for compressive strengths between 15 to 55 MPa [2000 to 8000 psi] and those for 100 by 200 mm [4 by 8 in.] cylinders are applicable for compressive strengths between 17 to 32 MPa [2500 and 4700 psi]. The single-operator coefficients of variation for 150 by 300 mm [6 by 12 in.] cylinders are derived from CCRL concrete proficiency sample data for laboratory conditions and a collection of 1265 test reports from 225 commercial testing laboratories in 1978.<sup>5</sup> The single-operator coefficient of variation of 100 by 200 mm [4 by 8 in.] cylinders are derived from CCRL concrete proficiency sample data for laboratory conditions.

11.1.3 *Multilaboratory Precision*—The multi-laboratory coefficient of variation for compressive strength test results of 150 by 300 mm [6 by 12 in.] cylinders has been found to be 5.0 %<sup>4</sup>; therefore, the results of properly conducted tests by two laboratories on specimens prepared from the same sample of concrete are not expected to differ by more than 14 %<sup>4</sup> of the average (see Note 17). A strength test result is the average of two cylinders tested at the same age.

NOTE 17—The multilaboratory precision does not include variations associated with different operators preparing test specimens from split or independent samples of concrete. These variations are expected to increase the multilaboratory coefficient of variation.

11.1.4 The multilaboratory data were obtained from six separate organized strength testing round robin programs where 150 by 300 mm [6 by 12 in.] cylindrical specimens were prepared at a single location and tested by different laboratories. The range of average strength from these programs was 17.0 to 90 MPa [2500 to 13 000 psi].

NOTE 18—Subcommittee C09.61 will continue to examine recent concrete proficiency sample data and field test data and make revisions to precision statements when data indicate that they can be extended to cover a wider range of strengths and specimen sizes.

11.2 *Bias*—Since there is no accepted reference material, no statement on bias is being made.

## 12. Keywords

12.1 concrete core; concrete cylinder; concrete specimen; concrete strength; compressive strength; core; cylinder; drilled core; strength

<sup>5</sup> Supporting data have been filed at ASTM International Headquarters and may be obtained by requesting Research Report RR:C09-1006. Contact ASTM Customer Service at service@astm.org.



SUMMARY OF CHANGES

Committee C09 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (C39/C39M–17b) that may impact the use of this standard. (Approved Jan. 1, 2018)

- (1) Added Practice C943 to Referenced Documents and Practice C943 as a source of specimens. (2) Revised 8.3.

*ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.*

*This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org). Permission rights to photocopy the standard may also be secured from the Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, Tel: (978) 646-2600; <http://www.copyright.com/>*



**ANEXO C**  
**DATOS OBTENIDOS DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE**  
**CONCRETO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS  
CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD  
DE PUNO - 2017

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

FECHA : SETIEMBRE 2018

CANTERA : CUTIMBO

CALICATA : C-01

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:**

**CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Específico: : 3.15 Tn/m<sup>3</sup>

Peso de Material Suelto: : Tn/m<sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	<b>Unid.</b>	<b>A. Fino</b>	<b>A. Grueso</b>
Peso Unit. Seco Compactado	: gr/cc	1.657	1.597
Peso Unitario Seco Suelto	: gr/cc	1.522	1.534
Peso Específico de la masa	: gr/cc	2.380	2.370
Contenido de Humedad	: %	8.780	4.890
Porcentaje de Absorción	: %	2.170	3.520
Módulo de Fineza	:	3.510	6.940
Tamaño Máximo Nominal	: Pulg.		1

**DATOS DE DISEÑO**

Calculo de Resistencia promedio	: 210	+	84	=	294	Kg/cm <sup>2</sup>
Clima	: Frio					
Slump	: 3" - 4"					
Agua /m <sup>3</sup>	: 193					
Contenido de Aire %	: 1.5					
Relación agua – cemento teórico	: 0.558					
Factor de Cemento	: 346	/	42.5	=	8.14	bls/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso	: 0.599	x	1.597	=	957	Kg/m <sup>3</sup>

**CÁLCULOS VOLÚMENES ABSOLUTOS**

Cemento	: 346	/	3150	=	0.1098	m <sup>3</sup>
Agua	: 193	/	1000	=	0.1930	m <sup>3</sup>
Aire	: 1.5	/	100	=	0.0150	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	: 957	/	2370	=	0.4038	m <sup>3</sup>
Suma de Volúmenes conocidos	:		total	=	0.7216	m <sup>3</sup>

**CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen Absoluto de agregado fino	: 1	-	0.7216	=	0.2784	m <sup>3</sup>
Peso del Agregado fino seco	: 0.2784	x	2380	=	662	Kg/m <sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO**

Cemento	: 346	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	: 193	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	: 662	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	: 957	Kg/m <sup>3</sup>

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

Agregado Fino	: 662	x	1.088	=	720	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	: 957	x	1.0489	=	1,004	Kg/m <sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL**

Agregado Fino	: 8.78	-	2.17	=	6.61	%
Agregado Grueso	: 4.89	-	3.52	=	1.37	%



**Aporte de los Agregados:**

Agregado Fino	:	662	x	0.0661	=	44	lts/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	957	x	0.0137	=	13	lts/m <sup>3</sup>
<b>Aporte de humedad de agregado</b>	:			total	=	57	lts/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	193	-	57	=	136	lts/m <sup>3</sup>

**Corregidos por Humedad**

Cemento	:					346	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	:					136	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino Húmedo	:					720	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso Húmedo	:					1,004	Kg/m <sup>3</sup>

**Proporción en pesos**

C.	A. Fino	A Grueso	Agua	
346	720	1,004	16.7	lts.
346	346	346		
<b>1</b>	<b>2.08</b>	<b>2.90</b>	<b>16.7</b>	lt./saco

**Pesos por tanda de un Saco**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5	Kg/saco
Agua de efectiva	:				=	16.7	lt./saco
Agregado fino Húmedo	:	2.08	x	42.5	=	88.4	Kg/saco
Agregado grueso Húmedo	:	2.90	x	42.5	=	123.3	Kg/saco



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS  
CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD  
DE PUNO - 2017

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

FECHA : SETIMBRE 2018

CANTERA : CUTIMBO

CALICATA: C-02

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

**CARACTERISTICAS DEL CEMENTO:**

**CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Específico: : 3.15 Tn/m<sup>3</sup>

Peso de Material Suelto: : Tn/m<sup>3</sup>

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	Unid.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	: gr/cc	1.608	1.592
Peso Unitario Seco Suelto	: gr/cc	1.495	1.520
Peso Específico de la masa	: gr/cc	2.390	2.360
Contenido de Humedad	: %	7.950	5.090
Porcentaje de Absorción	: %	2.620	3.180
Módulo de Fineza	:	3.260	6.840
Tamaño Máximo Nominal	: Pulg.		1

**DATOS DE DISEÑO**

Calculo de Resistencia promedio : 210 + 84 = 294 Kg/cm<sup>2</sup>

Clima : Frio

Slump : 3" - 4"

Agua /m<sup>3</sup> : 193

Contenido de Aire % : 1.5

Relación agua – cemento teórico : 0.558

Factor de Cemento : 346 / 42.5 = 8.14 bls/m<sup>3</sup>

Contenido de agregado grueso : 0.624 x 1.592 = 993 Kg/m<sup>3</sup>

**CÁLCULOS VOLÚMENES ABSOLUTOS**

Cemento : 346 / 3150 = 0.1098 m<sup>3</sup>

Agua : 193 / 1000 = 0.1930 m<sup>3</sup>

Aire : 1.5 / 100 = 0.0150 m<sup>3</sup>

Agregado Grueso : 993 / 2360 = 0.4208 m<sup>3</sup>

Suma de Volúmenes conocidos : total = 0.7386 m<sup>3</sup>

**CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen Absoluto de agregado fino : 1 - 0.7386 = 0.2614 m<sup>3</sup>

Peso del Agregado fino seco : 0.2614 x 2390 = 625 Kg/m<sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO**

Cemento : 346 Kg/m<sup>3</sup>

Agua de diseño : 193 lts/m<sup>3</sup>

Agregado fino seco : 625 Kg/m<sup>3</sup>

Agregado grueso seco : 993 Kg/m<sup>3</sup>

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

Agregado Fino : 625 x 1.080 = 675 Kg/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso : 993 x 1.0509 = 1,044 Kg/m<sup>3</sup>



**HUMEDAD SUPERFICIAL**

Agregado Fino	:	7.95	-	2.62	=	5.33	%
Agregado Grueso	:	5.09	-	3.18	=	1.91	%

**Aporte de los Agregados:**

Agregado Fino	:	625	x	0.0533	=	33	lts/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	993	x	0.0191	=	19	lts/m <sup>3</sup>
<b>Aporte de humedad de agregado</b>	:			total	=	52	lts/m <sup>3</sup>

Agua efectiva	:	193	-	52	=	141	lts/m <sup>3</sup>
---------------	---	-----	---	----	---	-----	--------------------

**Corregidos por Humedad**

Cemento	:					346	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	:					141	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino Húmedo	:					675	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso Húmedo	:					1,044	Kg/m <sup>3</sup>

**Proporción en pesos**

<b>C.</b>		<b>A. Fino</b>		<b>A Grueso</b>	<b>Agua</b>	
346	:	675	:	1,044	17.3	lts.
346		346		346		
<b>1</b>	:	<b>1.95</b>	:	<b>3.02</b>	<b>17.3</b>	lt./saco

**Pesos por tanda de un Saco**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5	Kg/saco
Agua de efectiva	:				=	17.3	lt./saco
Agregado fino Húmedo	:	1.95	x	42.5	=	82.9	Kg/saco
Agregado grueso Húmedo	:	3.02	x	42.5	=	128.2	Kg/saco



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PROYECTO :** ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS  
CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD  
DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR :** FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

**FECHA :** SETIEMBRE 2018

**CANTERA :** CUTIMBO

**CALICATA :** C-03

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

**CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:**

**CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Específico: : 3.15 Tn/m<sup>3</sup>

Peso de Material Suelto: : Tn/m<sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	Unid.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	: gr/cc	1.619	1.591
Peso Unitario Seco Suelto	: gr/cc	1.472	1.524
Peso Específico de la masa	: gr/cc	2.360	2.370
Contenido de Humedad	: %	8.990	4.890
Porcentaje de Absorción	: %	4.000	3.240
Módulo de Fineza	:	3.220	6.900
Tamaño Máximo Nominal	: Pulg.		1

**DATOS DE DISEÑO**

Calculo de Resistencia promedio : 210 + 84 = 294 Kg/cm<sup>2</sup>

Clima : Frio

Slump : 3" - 4"

Agua /m<sup>3</sup> : 193

Contenido de Aire % : 1.5

Relación agua – cemento teórico : 0.558

Factor de Cemento : 346 / 42.5 = 8.14 bls/m<sup>3</sup>

Contenido de agregado grueso : 0.628 x 1.591 = 999 Kg/m<sup>3</sup>

**CÁLCULOS VOLÚMENES ABSOLUTOS**

Cemento : 346 / 3150 = 0.1098 m<sup>3</sup>

Agua : 193 / 1000 = 0.1930 m<sup>3</sup>

Aire : 1.5 / 100 = 0.0150 m<sup>3</sup>

Agregado Grueso : 999 / 2370 = 0.4215 m<sup>3</sup>

Suma de Volúmenes conocidos : total = 0.7394 m<sup>3</sup>

**CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen Absoluto de agregado fino : 1 - 0.7394 = 0.2606 m<sup>3</sup>

Peso del Agregado fino seco : 0.2606 x 2360 = 615 Kg/m<sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO**

Cemento : 346 Kg/m<sup>3</sup>

Agua de diseño : 193 lts/m<sup>3</sup>

Agregado fino seco : 615 Kg/m<sup>3</sup>

Agregado grueso seco : 999 Kg/m<sup>3</sup>

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

Agregado Fino : 615 x 1.090 = 670 Kg/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso : 999 x 1.0489 = 1,048 Kg/m<sup>3</sup>



**HUMEDAD SUPERFICIAL**

Agregado Fino	:	8.99	-	4	=	4.99	%
Agregado Grueso	:	4.89	-	3.24	=	1.65	%

**Aporte de los Agregados:**

Agregado Fino	:	615	x	0.0499	=	31	lts/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	999	x	0.0165	=	16	lts/m <sup>3</sup>

<b>Aporte de humedad de agregado</b>	:			total	=	47	lts/m <sup>3</sup>
--------------------------------------	---	--	--	-------	---	----	--------------------

Agua efectiva	:	193	-	47	=	146	lts/m <sup>3</sup>
---------------	---	-----	---	----	---	-----	--------------------

**Corregidos por Humedad**

Cemento	:					346	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	:					146	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino Húmedo	:					670	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso Húmedo	:					1,048	Kg/m <sup>3</sup>

**Proporción en pesos**

C.	A. Fino	A Grueso	Agua	
346	670	1,048	17.9	lts.
346	346	346		
<b>1</b>	<b>1.94</b>	<b>3.03</b>	<b>17.9</b>	lt./saco

**Pesos por tanda de un Saco**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5	Kg/saco
Agua de efectiva	:				=	17.9	lt./saco
Agregado fino Húmedo	:	1.94	x	42.5	=	82.3	Kg/saco
Agregado grueso Húmedo	:	3.03	x	42.5	=	128.7	Kg/saco



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PROYECTO :** ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS  
CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD  
DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR :** FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

**FECHA :** SETIEMBRE 2018

**CANTERA :** SANTA MARÍA - ILAVE

**CALICATA :** I-01

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

**CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:**

**CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Específico: : 3.15 Tn/m<sup>3</sup>

Peso de Material Suelto: : Tn/m<sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	Unid.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	: gr/cc	1.732	1.634
Peso Unitario Seco Suelto	: gr/cc	1.632	1.575
Peso Específico de la masa	: gr/cc	2.450	2.430
Contenido de Humedad	: %	3.330	2.900
Porcentaje de Absorción	: %	2.040	1.900
Módulo de Fineza	:	3.360	7.000
Tamaño Máximo Nominal	: Pulg.		1

**DATOS DE DISEÑO**

Calculo de Resistencia promedio : 210 + 84 = 294 Kg/cm<sup>2</sup>

Clima : Frio

Slump : 3" - 4"

Agua /m<sup>3</sup> : 193

Contenido de Aire % : 1.5

Relación agua – cemento teórico : 0.558

Factor de Cemento : 346 / 42.5 = 8.14 bls/m<sup>3</sup>

Contenido de agregado grueso : 0.624 x 1.634 = 1,020 Kg/m<sup>3</sup>

**CÁLCULOS VOLÚMENES ABSOLUTOS**

Cemento	: 346 / 3150 =	0.1098	m <sup>3</sup>
Agua	: 193 / 1000 =	0.1930	m <sup>3</sup>
Aire	: 1.5 / 100 =	0.0150	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	: 1,020 / 2430 =	0.4198	m <sup>3</sup>
Suma de Volúmenes conocidos	: total =	0.7376	m <sup>3</sup>

**CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen Absoluto de agregado fino : 1 - 0.7376 = 0.2624 m<sup>3</sup>

Peso del Agregado fino seco : 0.2624 x 2450 = 643 Kg/m<sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO**

Cemento	: 346	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	: 193	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	: 643	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	: 1,020	Kg/m <sup>3</sup>



**CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

Agregado Fino : 643 x 1.033 = 664 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso : 1,020 x 1.029 = 1,050 Kg/m<sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL**

Agregado Fino : 3.33 - 2.04 = 1.29 %  
 Agregado Grueso : 2.9 - 1.9 = 1 %

**Aporte de los Agregados:**

Agregado Fino : 643 x 0.0129 = 8 Lts/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso : 1,020 x 0.01 = 10 Lts/m<sup>3</sup>  
**Aporte de humedad de agregado** : total = 18 Lts/m<sup>3</sup>

Agua efectiva : 193 - 18 = 175 Lts/m<sup>3</sup>

**Corregidos por Humedad**

Cemento : 346 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agua de diseño : 175 Lts/m<sup>3</sup>  
 Agregado fino Húmedo : 664 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado grueso Húmedo : 1,050 Kg/m<sup>3</sup>

**Proporción en pesos**

C.	A. Fino	A Grues	Agua
346	664	1,050	21.5
346	346	346	
<b>1</b>	<b>1.92</b>	<b>3.03</b>	<b>21.5</b> lt./saco

**Pesos por tanda de un Saco**

Cemento : 1 x 42.5 = 42.5 Kg/saco  
 Agua de efectiva : = 21.5 lt./saco  
 Agregado fino Húmedo : 1.92 x 42.5 = 81.6 Kg/saco  
 Agregado grueso Húmedo : 3.03 x 42.5 = 129.0 Kg/saco



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PROYECTO :** ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS  
CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD  
DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR :** FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

**FECHA :** SETIEMBRE 2018

**CANTERA :** SANTA MARÍA - ILAVE

**CALICATA :** I-02

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

**CARACTERISTICAS DEL CEMENTO:**

**CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Específico: : 3.15 Tn/m<sup>3</sup>  
Peso de Material Suelto: : Tn/m<sup>3</sup>

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:**

	<b>Unid.</b>	<b>A. Fino</b>	<b>A. Grueso</b>
Peso Unit. Seco Compactado	: gr/cc	1.721	1.726
Peso Unitario Seco Suelto	: gr/cc	1.614	1.641
Peso Específico de la masa	: gr/cc	2.360	2.470
Contenido de Humedad	: %	4.500	3.490
Porcentaje de Absorción	: %	3.090	1.520
Módulo de Fineza	:	3.380	6.970
Tamaño Máximo Nominal	: Pulg.		1

**DATOS DE DISEÑO**

Calculo de Resistencia promedio : 210 + 84 = 294 Kg/cm<sup>2</sup>  
Clima : Frio  
Slump : 3" - 4"  
Agua /m<sup>3</sup> : 193  
Contenido de Aire % : 1.5  
Relación agua – cemento teórico : 0.558  
Factor de Cemento : 346 / 42.5 = 8.14 bls/m<sup>3</sup>  
Contenido de agregado grueso : 0.612 x 1.726 = 1,056 Kg/m<sup>3</sup>

**CÁLCULOS VOLÚMENES ABSOLUTOS**

Cemento	: 346 / 3150 = 0.1098 m <sup>3</sup>
Agua	: 193 / 1000 = 0.1930 m <sup>3</sup>
Aire	: 1.5 / 100 = 0.0150 m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	: 1,056 / 2470 = 0.4275 m <sup>3</sup>
Suma de Volúmenes conocidos	: total = 0.7454 m <sup>3</sup>

**CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen Absoluto de agregado fino : 1 - 0.7454 = 0.2546 m<sup>3</sup>  
Peso del Agregado fino seco : 0.2546 x 2360 = 601 Kg/m<sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO**

Cemento	: 346 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	: 193 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	: 601 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	: 1,056 Kg/m <sup>3</sup>



**CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

Agregado Fino : 601 x 1.045 = 628 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso : 1,056 x 1.0349 = 1,093 Kg/m<sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL**

Agregado Fino : 4.5 - 3.09 = 1.41 %  
 Agregado Grueso : 3.49 - 1.52 = 1.97 %

**Aporte de los Agregados:**

Agregado Fino : 601 x 0.0141 = 8 Lts/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso : 1,056 x 0.0197 = 21 Lts/m<sup>3</sup>  
**Aporte de humedad de agregado** : total = 29 Lts/m<sup>3</sup>

Agua efectiva : 193 - 29 = 164 Lts/m<sup>3</sup>

**Corregidos por Humedad**

Cemento : 346 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agua de diseño : 164 Lts/m<sup>3</sup>  
 Agregado fino Húmedo : 628 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado grueso Húmedo : 1,093 Kg/m<sup>3</sup>

**Proporción en pesos**

C.	A. Fino	A Grueso	Agua	
346	628	1,093	20.1	lts.
346	346	346		
<b>1</b>	<b>1.82</b>	<b>3.16</b>	<b>20.1</b>	lt./saco

**Pesos por tanda de un Saco**

Cemento : 1 x 42.5 = 42.5 Kg/saco  
 Agua de efectiva : = 20.1 lt./saco  
 Agregado fino Húmedo : 1.82 x 42.5 = 77.1 Kg/saco  
 Agregado grueso Húmedo : 3.16 x 42.5 = 134.3 Kg/saco



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
*Laboratorio de Construcciones*

**PROYECTO :** ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS  
CUTIMBO Y SANTA MARÍA - ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD  
DE PUNO - 2017

**SOLICITADO POR :** FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI

**FECHA :** SETIEMBRE 2018

**CANTERA :** SANTA MARÍA - ILAVE

**CALICATA :** I-03

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO**

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:**

**CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Específico: : 3.15 Tn/m<sup>3</sup>  
Peso de Material Suelto: : Tn/m<sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:**

Peso Unit. Seco Compactado	:	gr/cc	1.735	1.604
Peso Unitario Seco Suelto	:	gr/cc	1.627	1.562
Peso Específico de la masa	:	gr/cc	2.450	2.420
Contenido de Humedad	:	%	3.300	2.930
Porcentaje de Absorción	:	%	2.040	2.530
Módulo de Fineza	:		3.400	6.960
Tamaño Máximo Nominal	:	Pulg.		1

**DATOS DE DISEÑO**

Calculo de Resistencia promedio	:	210	+	84	=	294	Kg/cm <sup>2</sup>
Clima	:	Frio					
Slump	:	3" - 4"					
Agua /m <sup>3</sup>	:	193					
Contenido de Aire %	:	1.5					
Relación agua – cemento teórico	:	0.558					
Factor de Cemento	:	346	/	42.5	=	8.14	bls/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso	:	0.61	x	1.604	=	978	Kg/m <sup>3</sup>

**CÁLCULOS VOLÚMENES ABSOLUTOS**

Cemento	:	346	/	3150	=	0.1098	m <sup>3</sup>
Agua	:	193	/	1000	=	0.1930	m <sup>3</sup>
Aire	:	1.5	/	100	=	0.0150	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	978	/	2420	=	0.4041	m <sup>3</sup>
Suma de Volúmenes conocidos	:		total	=	0.7220	m <sup>3</sup>	

**CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen Absoluto de agregado fino	:	1	-	0.7220	=	0.2780	m <sup>3</sup>
Peso del Agregado fino seco	:	0.2780	x	2450	=	681	Kg/m <sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	346	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	:	193	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	:	681	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	:	978	Kg/m <sup>3</sup>

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

Agregado Fino	:	681	x	1.033	=	703	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	978	x	1.0293	=	1,007	Kg/m <sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL**

Agregado Fino	:	3.3	-	2.04	=	1.26	%
Agregado Grueso	:	2.93	-	2.53	=	0.4	%



**Aporte de los Agregados:**

Agregado Fino	:	681	x	0.0126	=	9	Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	978	x	0.004	=	4	Lts/m <sup>3</sup>
<b>Aporte de humedad de agregado</b>	:			<b>total</b>	=	12	Lts/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	:	193	-	12	=	181	Lts/m <sup>3</sup>

**Corregidos por Humedad**

Cemento	:					346	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	:					181	Lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino Húmedo	:					703	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso Húmedo	:					1,007	Kg/m <sup>3</sup>

**Proporción en pesos**

C.	A. Fino	A Grueso	Agua
346	703	1,007	22.2
346	346	346	
<b>1</b>	<b>2.03</b>	<b>2.91</b>	<b>22.2</b>

**Pesos por tanda de un Saco**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5	Kg/saco
Agua de efectiva	:				=	22.2	lt./saco
Agregado fino Húmedo	:	2.03	x	42.5	=	86.4	Kg/saco
Agregado grueso Húmedo	:	2.91	x	42.5	=	123.7	Kg/saco



**ANEXO D**  
**DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA**  
**A LA COMPRESIÓN**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES



PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE

PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : PROVINCIA DE PUNO

FECHA : OCTUBRE 2018

EDAD : 7 DIAS

: FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

: CUTIMBO

**ENSAYO DE ROTURA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

CONCRETO N°	SERIAL N°	TIPO DE ROTURA	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	FECHA		CARGA (kg)	RESISTENCIA		EDAD (DIAS)	%
			DIAM. (cm)	ALTIMA (cm)		FECHA DE BOMBEO	FECHA DE ROTURA		RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )		
C1	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	08/10/2018	15/10/2018	12088.4	210	158.26	7	74.41
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	08/10/2018	15/10/2018	10775.8	210	131.68	7	82.71
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	08/10/2018	15/10/2018	10756.8	210	132.68	7	83.18
C2	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	08/10/2018	15/10/2018	8975.2	210	123.09	7	58.61
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	08/10/2018	15/10/2018	11966.8	210	142.57	7	87.84
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	08/10/2018	15/10/2018	10295.6	210	131.45	7	82.61
C3	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	08/10/2018	15/10/2018	11583	210	142.87	7	88.03
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	08/10/2018	15/10/2018	10975.8	210	131.88	7	82.71
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	08/10/2018	15/10/2018	11583	210	142.87	7	88.03



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

MSc. Ing. Gina E. Laque Córdoba  
 JEFE DE LABORATORIO



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



PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE  
PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017  
LUGAR : PROVINCIA DE PUNO  
FECHA : OCTUBRE 2018  
EDAD : 21 DIAS  
SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
CANTERA : CUTIMBO

**ENSAYO DE ROTURA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

CANTERA N°	ESCALA	SERIADO POR	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	FECHA		CARGA KAL	RESISTENCIA		EDAD DIAS	%
			DIAM. (cm)	ALTIMO (cm)		FECHA DE MOLDEO	FECHA DE NOTIFIA		DESDO AgCm	ROTURA AgCm		
C1	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	09/10/2018	29/10/2018	14038.8	210	173.16	21	82.46
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	09/10/2018	29/10/2018	15922.8	210	196.40	21	93.52
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	09/10/2018	29/10/2018	17116.8	210	211.13	21	100.54
C2	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	09/10/2018	29/10/2018	15590.4	210	181.03	21	91.60
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	09/10/2018	29/10/2018	14728.8	210	181.67	21	96.51
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	09/10/2018	29/10/2018	17386.0	210	214.46	21	102.12
C3	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	09/10/2018	29/10/2018	17056.8	210	210.39	21	100.18
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	09/10/2018	29/10/2018	14285.6	210	188.54	21	99.78
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	09/10/2018	29/10/2018	14799.6	210	182.55	21	96.93



*[Firma]*  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
Laboratorio de Construcciones-FCIA

MSc. Ing. Gino E. Laque Cordova  
JEFE DE LABORATORIO



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



PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE

PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUÑO - 2017

LUGAR : PROVINCIA DE PUÑO

FECHA : OCTUBRE 2016

EDAD : 28 DIAS

SOLICITADO POR

CANTERA

: FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

: CUTIMBO

**ENSAYO DE ROTURA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

CALCETA N.	PROB N°	TIPO DE ROTURA	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	FECHA		CARGA (kg)	RESISTENCIA		ENFERM DÍAS	%
			DIAM (cm)	ALTEZA (cm)		FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA		RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	NOTA ESPECIAL		
C1	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	06/10/2016	06/11/2016	14725.6	210	181.64	28	86.49
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	06/10/2016	05/11/2016	16549	210	206.29	28	108.56
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	06/10/2016	05/11/2016	19715.4	210	243.16	28	115.80
C2	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	06/10/2016	05/11/2016	18354.8	210	226.40	28	107.61
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	06/10/2016	05/11/2016	16313.4	210	201.22	28	96.82
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	06/10/2016	05/11/2016	20757.2	210	255.97	28	121.89
C3	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	06/10/2016	05/11/2016	18796.4	210	244.16	28	116.28
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	06/10/2016	05/11/2016	17683.2	210	217.00	28	103.34
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	06/10/2016	05/11/2016	16410.6	210	202.42	28	96.36



*[Handwritten Signature]*

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - TICA

Msc. Ing. Gino F. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES



PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE

PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : PROVINCIA DE PUNO

FECHA : NOVIEMBRE 2018

EDAD : 07 DIAS

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALDAMÓN LIPA MAMANI

CANTERA : SANTA MARIA

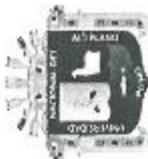
**ENSAYO DE ROTURA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

CATEGORIA	PROC. Y MOR	CARGA POR	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	FECHA		CARGA	RESISTENCIA		EDAD DIAS	N
			DIAM. (mm)	ALTEZA (cm)		FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA		RESISTENCIA NOMINAL	RESISTENCIA MEDIATA		
C1	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	15/11/2018	13810	210	171.57	7	6-70
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	15/11/2018	13870	210	172.31	7	82.05
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	15/11/2018	12870	210	155.75	7	75.59
C2	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	15/11/2018	13140	210	162.08	7	77.18
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	15/11/2018	14050	210	177.12	7	84.36
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	15/11/2018	14800	210	182.80	7	87.05
C3	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	15/11/2018	14790	210	182.43	7	85.87
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	15/11/2018	15380	210	185.71	7	90.34
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	15/11/2018	14540	210	178.34	7	85.40



*[Signature]*  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - PUNO

MSc. Ing. Gino F. Laque Lórdova  
JEFE DE LABORATORIO



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



PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE

PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017

LUGAR : PROVINCIA DE PUNO

FECHA : NOVIEMBRE 2018

EDAD : 21 DIAS

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI

CANTERA : SANTA MARIA

**ENSAYO DE ROTURA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

CALCULA N°	FREC. F	DISEÑO FOR	DIMENSIONES		AREA A <sub>1</sub>	FECHA			CARGA	RESISTENCIA		EDAD DIAS	S
			DIAM. (Ø)	AL. (H)		FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAL		DISEÑO R <sub>0.2</sub>	ROTURA R <sub>0.2</sub>		
C1	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	03/12/2018	18923	27.0	233.41	21	111.5	
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	03/12/2018	15740	27.0	243.58	21	116.89	
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	03/12/2018	18456	27.0	227.65	21	108.40	
C2	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	03/12/2018	15888	27.0	156.72	21	93.20	
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	03/12/2018	17851	27.0	220.18	21	124.85	
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	03/12/2018	19646	27.0	246.26	21	117.17	
C3	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	03/12/2018	18905	27.0	233.20	21	111.05	
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	03/12/2018	18866	27.0	230.24	21	106.54	
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	03/12/2018	20431	27.0	252.01	21	120.00	



*[Handwritten Signature]*  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - U.N.A.

MSC. Inge. Cirilo E. Lasque Corroza,  
JEFE DE LABORATORIO



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



PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE  
PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017  
LUGAR : PROVINCIA DE PUNO  
FECHA : DICIEMBRE 2018  
EDAD : 28 DIAS

SOLICITADO POR : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
CANTERA : SANTA MARIA

**ENSAYO DE ROTURA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

CAUCHA N°	PROB. N°	DISEÑO POR	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	FECHA		CARGA	RESISTENCIA		EDAD DIAS	
			DIAM (cm)	ALTIMA (cm)		FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA		DISEÑO NUCLEO	ROTURA NUCLEO		
C1	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	10/12/2018	22850	210	275.27	28	132.51
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	10/12/2018	23630	210	293.53	28	138.97
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	10/12/2018	22370	210	275.92	28	131.39
C2	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	10/12/2018	18140	210	223.75	28	106.55
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	10/12/2018	20630	210	254.46	28	121.17
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	10/12/2018	23700	210	282.33	28	135.20
C3	1	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	10/12/2018	22070	210	272.22	28	126.63
	2	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	10/12/2018	21380	210	263.71	28	125.56
	3	RESISTENCIA	10.16	20.32	81.07	13/11/2018	10/12/2018	24610	210	303.55	28	144.55



*[Handwritten Signature]*

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-CIVIL

MSc. Luis Gino F. Lario Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



**ANEXO E**  
**DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO EN ABRASIÓN**  
**“LOS ÁNGELES”**



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

LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES



DESGASTE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES
NORMA ASTM C131 / ASTM C535

PROYECTO DE TESIS	: ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN CIUDAD DE PUNO - 2017
SOLICITANTE	: Bach. FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI
UBICACION	: CANTERA DE RIO CUTIMBO
USO	: PARA LA ELABORACION DE CONCRETO DE 210 Kg/cm <sup>2</sup>
FECHA	: 22 DE ABRIL 2019

**TAMAÑOS MENORES(500 REVOLUCIONES)**

PASANTE	N.- DE MALLAS	RETENIDO		CANTIDAD		MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ N.- 12	% DE DESGASTE POR ABRASION	METODO	CANTIDAD DE ESFERAS
		PESO	UNIDAD	PESO	UNIDAD				
1 1/2"		1"	Bf.	1250	Bf.				
1"		1/2"	Bf.	1250	Bf.				
3/4"		3/4"	Bf.	1250	Bf.				
1/2"		3/8"	Bf.	1245	Bf.				12
TOTAL EN PESO				4995	Bf.	3858 gr			
TOTAL EN PORCENTAJE				100	%	1137 gr	22.76 %		



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-LICA  
 MSc. Ing. Gino F. Laque Córdova  
 JEFE DE LABORATORIO



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



DESGASTE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES  
NORMA ASTM C131 / ASTM C535

PROYECTO DE TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA - ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN CIUDAD DE PUNO - 2017  
SOLICITANTE : Bach. FLORENTINO SALOMÓN LIPA MAMANI  
UBICACIÓN : CANTERA SANTA MARIA - RIO ILAVE  
USO : PARA LA ELABORACION DE CONCRETO DE 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
FECHA : 23 DE ABRIL 2019

TAMAÑOS MENORES(500 REVOLUCIONES)

N.- DE MALLAS PASANTE	RETENIDO	CANTIDAD		MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ N.- 12	% DE DESGASTE POR ABRASION		METODO	CANTIDAD DE ESFERAS
		PESO	UNIDAD					
1 1/2"	1"	1250	gr.					
1"	1/2"	1250	gr.					
3/4"	3/4"	1250	gr.					
1/2"	3/8"	1255	gr.					12
TOTAL EN PESO		5005	gr.	3709	gr	1296	gr	
TOTAL EN PORCENTAJE		100	%			25.89	%	



*[Signature]*  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES  
MSc. Ing. Gino F. Laque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO



## **ANEXO F**

### **DATOS OBTENIDO DE ANÁLISIS QUÍMICO**



LQ - 2019

N°0705

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA: RIO CUTIMBO  
**PROCEDENCIA** : RIO CUTIMBO, PROVINCIA DE PUNO, DISTRITO DE PICHACANI  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA ILAVE PARA LA ELAVORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO -2017"  
**INTERESADO** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
**MOTIVO** : ANALISIS DE AGREGADO  
**MUESTREO** : 04/04/2019, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 04/04/2019  
**COD. MUESTRA** : B009-000105

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	MÉTODOS
1.- Potencial de Hidrogeno	pH	8.08	Potenciometro
2.- Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	27.10	Potenciometro
3.- Cloruros como Cl <sup>-</sup>	ppm	39.98	Método de Mohr
4.- Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	9.20	Espectrofotometría
5.- Sales Solubles Totales	ppm	17.34	Colorimetría

### INTERPRETACION

1.- Los parámetros físico-químicos analizados en el laboratorio de control de calidad cumplen con los límites técnicos establecidos.

### DICTAMEN

Según las normas técnicas peruanas (NTP 339,088). El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos.

Puno, C.U. 08 de abril del 2019.

VºBº



*Edith Tello Palma*

Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
FACULTAD ACREDITADA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 000998

LQ - 2019

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA: CANTERA RIO CUTIMBO  
**PROCEDENCIA** : RIO CUTIMBO, DISTRITO DE PICHACANI, PROVINCIA DE PUNO  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARÍA ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017"  
**INTERESADO** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
**MOTIVO** : ANÁLISIS DE AGREGADO FINO  
**MUESTREO** : 28/10/2019, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 28/10/2019  
**COD. MUESTRA** : B009-000186

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODOS
I.- Materia Orgánica	%	6.70	Método Walkley- Black

Puno, C.U. 05 de noviembre del 2019.

VºBº



Edith Tello Palma  
D. E. D. R. A.  
FACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA - PUNO

ING. LUZ MARISA TEVES PORCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FID - UNA - CP - 162202



LQ - 2019 N°0708

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA: CANTERA SANTA MARIA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA SANTA MARIA, PROVINCIA DE PUNO, DISTRITO DE ILAVE  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA ILAVE PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO -2017"  
**INTERESADO** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
**MOTIVO** : ANÁLISIS DE AGREGADO  
**MUESTREO** : 04/04/2019, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 04/04/2019  
**COD. MUESTRA** : B009-000105

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	MÉTODOS
1.- Potencial de Hidrogena	pH	7.82	Potenciómetro
2.- Conductividad Eléctrica	$\mu S/cm$	39.70	Potenciómetro
3.- Cloruros como $Cl^-$	ppm	35.99	Método de Mohor
4.- Sulfatos como $SO_4^{2-}$	ppm	37.80	Espectrofotometría
5.- Sales Solubles Totales	ppm	25.41	Colorimetría

### INTERPRETACION

1.- Los parámetros físico-químicos analizados en el laboratorio de control de calidad cumplen con los límites técnicos establecidos.

### DICTAMEN

Según las normas técnicas peruanas (NTP 339,088), El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos.

Puno, C.U. 08 de abril del 2019.  
vºgº



*Edith Tello Palma*  
 Dra. Edith Tello Palma  
 DECAN A  
 FACULTAD ING. QUÍMICA  
 UNA - PUNO



**Universidad Nacional del Altiplano - Puno**  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
FACULTAD ACREDITADA  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



LQ - 2019 000993

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de ARENA: CANTERA SANTA MARIA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA SANTA MARIA, DISTRITO DE ILAVE, PROVINCIA DE PUNO  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LAS CANTERAS CUTIMBO Y SANTA MARIA ILAVE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE PUNO - 2017"  
**INTERESADO** : FLORENTINO SALOMON LIPA MAMANI  
**MOTIVO** : ANÁLISIS DE AGREGADO FINO  
**MUESTREO** : 28/10/2019, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 28/10/2019  
**COD. MUESTRA** : B009-000186

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODOS
1.- Materia Orgánica	%	6.57	Método Walkley- Black

Puno, C.U. 05 de noviembre del 2019.

vºBº



Edith Tello Palma  
DECANA  
FACULTAD ING. QUÍMICA  
UNA - PUNO

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ALMA MATER: FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
UNA - PUNO



## **ANEXO G**

### **DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE PETROGRAFÍA**



# Universidad Nacional del Altiplano - Puno



## FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALURGIA -

Megalaboratorio Geoquímica Ambiental-Suelos y Aguas, Minerales  
Espectroscopia ICP - Microscopia óptica

*"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

### CONSTANCIA

El que suscribe Director de estudio de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, Megalaboratorio Area Microscopia Optica, UNA-Puno.

#### HACE CONSTAR:

Que, el señor **Florentino Salomón LIPA MAMANI**, identificado con DNI N° 01309550 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela profesional Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano con código N° 921884, ha desarrollado su ensayo "ESTUDIO PETROGRAFICO" para su proyecto de investigación titulado "ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGREGADOS NATURALES DE LA CANTERA CUTIMBO Y SANTA MARIA -ILAVE PARA LA ELABORACION CONCRETO EN LA CIUDAD PUNO - 2017". durante los mes de junio del año 2019.

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



*[Firma manuscrita]*  
D<sup>ra</sup> Mirella E. Catalina Beniquez  
DIRECTORA DE LA ESCUELA PROFESIONAL  
INGENIERIA GEOLÓGICA - UMA

Puno, 01 de julio del 2019.



## **ANEXO H**

### **CUADRO ESTADÍSTICO**

TABLA I  
(Continuación).

COLUMNAS			
(1) Puntuación "Z"	(2) Distancia de "Z" a la media	(3) Área de la parte mayor	(4) Área de la parte menor
1.30	.4032	.9032	.0968
1.31	.4049	.9049	.0951
1.32	.4066	.9066	.0934
1.33	.4082	.9082	.0918
1.34	.4099	.9099	.0901
1.35	.4115	.9115	.0885
1.36	.4131	.9131	.0869
1.37	.4147	.9147	.0853
1.38	.4162	.9162	.0838
1.39	.4177	.9177	.0823
1.40	.4192	.9192	.0808
1.41	.4207	.9207	.0793
1.42	.4222	.9222	.0778
1.43	.4236	.9236	.0764
1.44	.4251	.9251	.0749
1.45	.4265	.9265	.0735
1.46	.4279	.9279	.0721
1.47	.4292	.9292	.0708
1.48	.4306	.9306	.0694
1.49	.4319	.9319	.0681
1.50	.4332	.9332	.0668
1.51	.4345	.9345	.0655
1.52	.4357	.9357	.0643
1.53	.4370	.9370	.0630
1.54	.4382	.9382	.0618
1.55	.4394	.9394	.0606
1.56	.4406	.9406	.0594
1.57	.4418	.9418	.0582
1.58	.4429	.9429	.0571
1.59	.4441	.9441	.0559
1.60	.4452	.9452	.0548
1.61	.4463	.9463	.0537
1.62	.4474	.9474	.0526
1.63	.4484	.9484	.0516
1.64	.4495	.9495	.0505



TABLA I  
(Continuación).

COLUMNAS			
(1) Puntuación "Z"	(2) Distancia de "Z" a la media	(3) Área de la parte mayor	(4) Área de la parte menor
1.65	.4505	.9505	.0495
1.66	.4515	.9515	.0485
1.67	.4525	.9525	.0475
1.68	.4535	.9535	.0465
1.69	.4545	.9545	.0455
1.70	.4554	.9554	.0446
1.71	.4564	.9564	.0436
1.72	.4573	.9573	.0427
1.73	.4582	.9582	.0418
1.74	.4591	.9591	.0409
1.75	.4599	.9599	.0401
1.76	.4608	.9608	.0392
1.77	.4616	.9616	.0384
1.78	.4625	.9625	.0375
1.79	.4633	.9633	.0367
1.80	.4641	.9641	.0359
1.81	.4649	.9649	.0351
1.82	.4656	.9656	.0344
1.83	.4664	.9664	.0336
1.84	.4671	.9671	.0329
1.85	.4678	.9678	.0322
1.86	.4686	.9686	.0314
1.87	.4693	.9693	.0307
1.88	.4699	.9699	.0301
1.89	.4706	.9706	.0294
1.90	.4713	.9713	.0287
1.91	.4719	.9719	.0281
1.92	.4726	.9726	.0274
1.93	.4732	.9732	.0268
1.94	.4738	.9738	.0262
1.95	.4744	.9744	.0256
1.96	.4750	.9750	.0250
1.97	.4756	.9756	.0244
1.98	.4761	.9761	.0239
1.99	.4767	.9767	.0233



## **ANEXO I**

### **PANEL FOTOGRÁFICO**



Cantera Cutimbo



Profundidad de la calicata Cutimbo



Recogido de Muestra



Calicata C - 1 Cutimbo



Calicata C - 2 Cutimbo



Calicata C - 3 Cutimbo



Calicata C -1 Santa Maria



Calicata C -2 Santa Maria



Calicata C -3 Santa Maria



Agregado Santa Maria



Ensayo de contenido de humedad



Ensayo de contenido de humedad



Ensayo de granulometría



Pesado de las agregados



Cuarteo de agregados



Pesado del recipiente con el agregado



Ensayo de pesos unitarios



Ensayo de peso específico



Pesado de la muestra



Ensayo de peso específico



Muestra sometido al horno



Vaciado de concreto fresco



Ensayo de abrasión



Muestra para ensayo petrográfico



Ensayo de sección delgada



Máquina de corte de sección delgada



Máquina de corte para el ensayo de sección delgada