

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**EFFECTOS DE LOS AGREGADOS NATURALES EN LA CALIDAD DE
CONCRETO CON EL USO DE CANTERAS DE CUTIMBO Y VILUYO
EN LA PROVINCIA DE PUNO 2016**

Presentado por

Bach. Alex Oscar LIPA MAMANI

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

JULIACA - PERÚ

2016



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ACTA DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En Juliaca, siendo las 13:00 Hrs. del 10 de diciembre del 2016, bajo la presidencia del catedrático:

Mg. HUGO ANSELMO CCAMA CONDORI

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO CIVIL**, bajo la modalidad de Sistema de Tesis (Resolución 3175-2003-R-UAP), en la que:

LIPA MAMANI, ALEX OSCAR

Sustento la Tesis titulada:

“EFECTOS DE LOS AGREGADOS NATURALES EN LA CALIDAD DE CONCRETO CON EL USO DE CANTERAS DE CUTIMBO Y VILUYO EN LA PROVINCIA DE PUNO 2016”

Ante el Jurado integrado por los señores catedráticos:

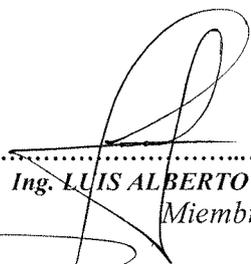
Mg. HUGO ANSELMO CCAMA CONDORI	(Presidente)
Ing. ALFREDO PONCE FLORES	(Miembro/Secretario)
Ing. LUIS ALBERTO SUPO QUISPE	(Miembro)

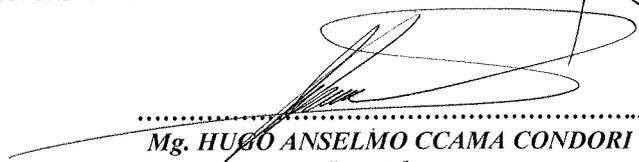
Sustentado el mismo, el graduando obtuvo el siguiente resultado:

APROBADO POR UNANIMIDAD

En fe de lo cual se asentó la presente Acta que firman el Señor Presidente y los demás miembros del Jurado.


.....
Ing. ALFREDO PONCE FLORES
Miembro/Secretario


.....
Ing. LUIS ALBERTO SUPO QUISPE
Miembro


.....
Mg. HUGO ANSELMO CCAMA CONDORI
Presidente

DEDICATORIA

A Dios nuestro Señor Jesucristo por su infinita bondad. El quien me dirige a mejor camino de mi vida, me das 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 mi madre Justina Mamani Álvarez. Quienes me dieron apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

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.

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

A los docentes y compañeros de la Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas por su labor.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha estudiado los efectos de los agregados naturales en la calidad de concreto, como son de las canteras de Cutimbo y viluyo, se vio la necesidad de investigar a los agregados, ya que en las construcciones de las viviendas familiares no tienen control de calidad de los agregados de concreto, ya que los agregados tienen efecto directo a la resistencia de compresión. El objetivo de la presente investigación es conocer los efectos los agregados de las canteras mencionadas y como también análisis comparativo de los agregados de concreto. Para métodos y materiales es de tipo cuantitativo, aplicado y experimental, de nivel carácter explicativo, para las viviendas familiares de la provincia de Puno, a través del método de muestreo aleatorio simple. Así mismo expone las propiedades físicas y mecánicas los agregados a través de los ensayos realizados. El presente trabajo de investigación llegamos a un resultado que nos demuestra que se han logrado obtener la resistencia a la compresión 95.73 % con la cantera de Cutimbo con una resistencia $f'c=210$ Kg/cm² a la edad de 28 días de su elaboración, en calidad del material en el ensayo abrasión nos demuestra llega un 77.55 % a la resistencia al desgaste y la granulometría porcentaje que pasa la tamiz Nº 200 es 5.22 %. Mientras con la Cantera Viluyo llegamos a obtener 84.44 % de resistencia a la edad de 28 días con las mismas resistencias mencionadas anteriormente, resistencia por abrasión tenemos 74.07 % al desgaste, y la granulometría el porcentaje que pasa la Tamiz Nº 200 es 5.96 %. Como conclusión, nos demuestra que los agregados de la cantera Cutimbo tienen mejor comportamiento y alcanza el mayor porcentaje en los resultados.

Palabra clave:

Agregados naturales, calidad de concreto, Cantera

ABSTRACT

The present research work has studied the effects of natural aggregates on concrete quality, such as the quarries of Cutimbo and Viluyo, it was necessary to investigate the aggregates, since in the constructions of family dwellings no Have quality control of the concrete aggregates, since the aggregates have direct effect to the compressive strength. The objective of the present investigation is to know the effects of the aggregates of the mentioned quarries and as well as comparative analysis of the concrete aggregates. For methods and materials it is a quantitative, applied and experimental type, of explanatory nature, for the family dwellings of the province of Puno, through the method of simple random sampling. Likewise, the physical and mechanical properties of the aggregates are presented through the tests carried out. The present work of investigation we arrive at a result that shows that the resistance to the compression has been obtained 95.73% with the quarry of Cutimbo with a resistance $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ at the age of 28 days of its elaboration, As the material in the abrasion test shows us 77.55% comes to the wear resistance and the granulometry percentage passing the No. 200 sieve is 5.22%. While with the Quarry Viluyo we get 84.44% resistance at the age of 28 days with the same resistances mentioned above, abrasion resistance we have 74.07% to wear, and the granulometry the percentage passing Sieve No. 200 is 5.96%. In conclusion, it shows that the aggregates of the quarry Cutimbo have better performance and reaches the highest percentage in the results.

Keyword:

Natural aggregates, concrete quality, Quarry

INDICE

1. Dedicatoria	iii
2. Agradecimiento	iv
3. Resumen	v
4. Índice	vii
5. Índice de tablas	x
4. Incluye cuadros	xi
1.0 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	13
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.2.1 Delimitación espacial	14
1.2.2 Delimitación temporal	14
1.2.3 Delimitación social/conductual.....	14
1.2.4 Delimitación Conceptual	14
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.3.1 Problema general	15
1.3.2 Problema específico	15
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.4.1 Objetivo General	15
1.4.2 Objetivo Específico	15
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.5.1 Hipótesis General	16
1.5.2 Hipótesis Específico	16
1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6.1 Variables independientes	16
1.6.2 Variables dependientes	16
1.6.3 Operacionalización de variables.....	17
1.7.METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.7.1 Tipo y nivel de investigación.....	17
1.7.2 Diseño y métodos de investigación	18
1.7.3 Población y muestra de la investigación.....	19
1.7.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
1.8 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	20
1.9 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.2 MARCO TEÓRICO	23
2.2.1 Conceptos fundamentales	23
2.2.2 Cemento Portland.....	24
2.2.3 Propiedades físicas y Químicas de los componentes del concreto	25
2.2.3.1 Cemento	25
2.2.3.2 Propiedades físicas del cemento	26
2.2.4 Los Cementos en el Perú	27
2.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA	28
2.3.1 Cantera o banco de materiales.....	28
2.3.2 Propiedades físicas	29
2.3.3 Equivalente de arena.....	38
2.3.4 Ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles ASTM C-131	39
2.3.5 Propiedades químicas	40
2.3.6 Propiedades físicas y químicas del agua.....	42
2.4 CONCRETO	43
2.5 ELECCIÓN DEL CEMENTO A EMPLEAR EN LOS DISEÑOS DE MEZCLAS DE CONCRETO	44
2.5.1 Cemento portland tipo I	44
2.6 DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO	44
2.7 RESISTENCIA DE LAS PROBETAS.....	46
2.8 DISEÑO DE MEZCLAS	48
2.8.1 Consideraciones para el diseño de mezclas	48
2.8.2 Métodos de diseño de mezclas	55
2.8.3 Diseño de mezclas por método ACI 211	57
2.9 MARCO CONCEPTUAL.....	58
3.0 PROPUESTA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN	61
3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS BANCO DE LOS MATERIALES... 61	
3.1.1 Ubicación de las canteras “Cutimbo y Viluyo”	61
3.1.2 Ubicación de la cantera Cutimbo.....	61
3.1.3 Ubicación de la cantera Viluyo	62
3.1.4 Cálculo de potencia de la cantera	64

3.2 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	65
3.2.1 Explotación actual de cantera Cutimbo y Viluyo	65
3.3. LOS AGREGADOS	69
3.3.1 Resultados de los agregados de concreto.....	70
3.3.2 Características físicas.....	72
3.3.3 Propiedades mecánicas	74
3.3.4 Propiedades químicas del agregado	75
3.3.3 Agua para la mezcla	75
3.4 DISEÑO DE MEZCLAS CON CEMENTO PORTLAND TIPO IP RUMI	76
3.4.1 Diseño de mezclas por resistencia $F'c=175$ Kg/cm ² por el método ACI	77
3.4.2 Diseño de mezclas para el concreto $f'c=210$ kg/cm ² por el método ACI ...	80
Discusión de resultados.....	84
4.0 ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	86
4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	86
4.1.1 Cálculo de la distribución normal.....	87
4.1.2 Prueba de hipótesis	97
4.2 VIABILIDAD SOCIAL-TÉCNICA Y ECONÓMICA.....	106
4.2.1 VIABILIDAD SOCIAL.....	106
4.2.2 Viabilidad Técnica y económica	110
4.2.3 Análisis de costo por m ³ de agregado de cantera Cutimbo	112
4.2.4 Análisis de costo por m ³ de agregado de cantera Viluyo.....	113
CONCLUSIONES.....	115
RECOMENDACIONES	117
BIBLIOGRAFÍA.....	118
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

1. TABLA 02.01. Compuestos químicos del cemento	26
2. TABLA 02.02. Fabricación de cemento	27
3. TABLA 02.03. Porcentaje que pasa las mallas de Tamiz	30
4. TABLA 02.04. Especificaciones de la granulometría	32
5. TABLA 02.05. Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfato	41
6. TABLA 02.06. Parametros físicos químicos para el agregado	41
7. TABLA 02.07. Parámetros permisibles de agua	42
8. TABLA 02.08. Determinación de la resistencia requerida	49
9. TABLA 02.09. Clase de mezclas según el asentamiento	50
10. TABLA 02.10. Contenido de aire atrapado	51
11. TABLA 02.11. Volumen de agua en lt/m ³	52
12. TABLA 02.12. Relación de agua cemento por resistencia.....	52
13. TABLA 02.13. Condiciones especiales de exposición	53
14. TABLA 02.14. Peso de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	54
15. TABLA 02.15. Primera estimación del peso del concreto fresco	55
16. TABLA 04.01. Tabla estadística	86

INDICE DE CUADROS

1. CUADRO 03.01. Granulometría de agregado global de Cutimbo	66
2. CUADRO 03.02. Granulometría de agregado global de Viluyo	68
3. CUADRO 03.03. Granulometría de agregado grueso de Viluyo.....	70
4. CUADRO 03.04. Granulometría de agregado grueso de Cutimbo	70
5. CUADRO 03.05. Granulometría de agregado fino de Viluyo.....	71
6. CUADRO 03.06. Granulometría de agregado fino de Cutimbo	71
7. CUADRO 04.01. Conclusión estadística.....	105
8. CUADRO 04.02. Densidad Poblacional en la Provincia de Puno.....	108
9. CUADRO 04.03. Infraestructura de la Vivienda.....	110
10. CUADRO 04.04. Costos y Beneficios.....	114

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis tiene como principal objetivo determinar los efectos de los agregados naturales en la calidad de concreto y determinar el análisis comparativo de físico y mecánico de las canteras mencionadas anteriormente ya que en los últimos años han incrementado la demanda de concreto, para la construcción de viviendas familiares, pues que estos mismos no tienen control adecuado los agregados del concreto.

El interés del presente trabajo de investigación es demostrar la calidad de los agregados que se explotan de las canteras mencionadas, y poner en conocimiento a la población Puneña de la calidad de los agregados para su correcta elección de las canteras en su explotación, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas, mecánicas, y químicas de los agregados de concreto.

Los agregados de concreto son considerados materias inertes. Sin embargo sus características tales como la porosidad, gradación, absorción, humedad, forma, textura, y los tipos de sustancias nocivas presentes, son realmente significativos para la resistencia de concreto, es importante que el agregado tenga un control adecuado para su diseño.

En nuestro medio, para las construcciones de las viviendas familiares es común ver emplear materiales sin previo estudio a los agregados, debido a que no tiene conocimiento de la calidad del material, esto deja mucho que desear en las construcciones.

En el presente trabajo de investigación se pretende promover las mínimas herramientas científicas para emplear y evaluar profesionalmente el agregado de las canteras mencionadas y así también el desarrollo los ensayos necesarios para la elaboración de calidad de concreto. Que este mismo servirá para información de la calidad de agregado.

Los ensayos se realizaron como son; laboratorios de mecánica de suelos y pavimentos de la Municipalidad Provincial de Puno, como también el análisis químico en la Universidad Nacional del Altiplano puno de la facultad de Química, puesto que estas instituciones aportan a la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El incremento de la construcción de las viviendas familiares en la Provincia de Puno, y el uso de concreto como material principal para dicho propósito, ha generado gran demanda de los agregados para su elaboración de concreto. Lo que conlleva tener un control de calidad adecuado para los mismos.

La necesidad de contar con un concreto de calidad, hace indispensable conocer la calidad de sus componentes, ya que tanto la resistencia y durabilidad del concreto dependen de las propiedades físicas, mecánicas, y químicas, de los agregados. Sin embargo, las familias puneñas desconocen de la calidad de los agregados y la elección de las canteras.

Como objeto de estudio se ha elegido la cantera de Cutimbo y Viluyo del distrito de Pichacani, ya que estos son uno de los abastecedores de agregados a nivel Distrito de Puno, ya que viene extrayendo material de agregado desde hace años para la construcción de viviendas familiares.

En consecuencia que dicha evaluación de Cantera de “Cutimbo y Viluyo” brindará una adecuada diseño de mezclas para las viviendas familiares ya que en estas construcciones no tienen control adecuado de concreto.

Se puede mencionar, por ejemplo, que uno de los factores que afectan la adherencia interna del concreto es la presencia de materiales desmenuzables e impurezas como limos, arcillas y polvo.

Con el análisis comparativo de las principales canteras se podrá minimizar las impurezas inconvenientes en el agregado de concreto para las construcciones de viviendas familiares, puesto que estos tienen efecto directo a la resistencia de la compresión. Sin embargo los abastecedores de estos agregados o llamados Volqueteros lo venden puesto en obra según el pedido del cliente sin tener conocimiento de la calidad de agregados del concreto.

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Delimitación espacial

La investigación se desarrolla en lo siguiente:

La cantera Cutimbo su Ubicación es en la región puno, Provincia de Puno y Distrito de Pichacani con una altitud de 3900 msnm. Y la ubicación geográfica tenemos como Latitud 16°02'26.20" S y Longitud 70° 01'0.57" O

La cantera Viluyo su Ubicación es en la región puno, Provincia de Puno y Distrito de Pichacani con una altitud de 3900 msnm. Y la ubicación geográfica tenemos como Latitud 16°05'20.10" S y Longitud 70° 00'27.62" O

1.2.2 Delimitación temporal

El estudio de investigación se llevará acabo entre los meses de mayo a septiembre del 2016, tiempo que permitirá la planificación y el trabajo de campo de la investigación.

1.2.3 Delimitación social/conductual

La presente tesis de investigación de los agregados de concreto de las canteras Cutimbo y Viluyo, beneficiará a: La ciudad de Puno, con una población aproximada de 125 663 habitantes, con un número de viviendas 38,665 y una extensión superficial de 460.63 Km² y la densidad poblacional 272.81 hab/Km².

1.2.4 Delimitación Conceptual

Agregados naturales: llamado también canto rodado, son materias inertes generalmente se encuentra en los lechos del rio formando meandros, provenientes de la desintegración natural de las rocas, por acción de hielo y corrientes del rio y la fuerza hidráulica, etc.

Calidad de concreto: la calidad de concreto está en función de la calidad de los agregados, calidad de agua, y un diseño de mezclas adecuado, con personal capacitado. Todas estas deben cumplir con las especificaciones normativas.

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Problema General

¿Cuáles son los efectos de los agregados naturales en la calidad del concreto con el uso de materiales de canteras de Cutimbo y Viluyo en la provincia de Puno 2016?

1.3.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales en la resistencia de la calidad del concreto con el uso de materiales de la canteras Cutimbo en la provincia de Puno?
- ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales en la resistencia de la calidad del concreto con el uso de materiales de la canteras Viluyo en la provincia de Puno?
- ¿Cuál es el análisis comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales en la calidad del concreto de las canteras Cutimbo y Viluyo en la provincia de Puno?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Determinar los efectos de los agregados naturales en la calidad del concreto con el uso de materiales las canteras de Cutimbo y Viluyo en la provincia de Puno 2016

1.4.2 Objetivos Específicos

- Conocer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales en la resistencia de la calidad del concreto con el uso de materiales de canteras de Cutimbo de la provincia de Puno.
- Conocer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales en la resistencia de la calidad del concreto con el uso de materiales de canteras de Viluyo de la provincia de Puno.

- Determinar el análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales en la calidad del concreto de las canteras Cutimbo y Viluyo en la provincia de Puno.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis General

El análisis de la propiedades físico y mecánicas de los agregados naturales tiene efectos significativo en la calidad de concreto con el uso de materiales de canteras de Cutimbo y Viluyo en la provincia de Puno 2016.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- Las propiedades físico mecánicas de los agregados naturales tiene efecto directo en la resistencia de la calidad del concreto con el uso de materiales de canteras de Cutimbo de la provincia de Puno.
- la propiedades físico mecánicas de los agregados naturales tiene efecto directo en la resistencia de la calidad del concreto con el uso de materiales de canteras de Viluyo de la provincia de Puno.
- Existe diferencias en el análisis comparativa de las propiedades físicas mecánicas de los agregados naturales en la calidad del concreto de las canteras Cutimbo y Viluyo en la provincia de Puno.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Variable independiente

- Agregados naturales

Indicadores:

- Propiedades físico mecánicas
- Diseño de mezcla

1.6.2 Variables dependientes

- Calidad de concreto

Indicadores:

- Resistencia del concreto
- Costo-beneficio

1.6.3 Operacionalización de Variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Agregados naturales	Propiedades físico mecánicas	Contenido de humedad (%) Peso específico (gr/cc) Peso unitario (Kg/m ³) Abrasión (%) Granulometría (%)	Norma ASTM C128, C131, C29, y la NTP.400.022
	Diseño de mezcla	Cemento Agua Agregado fino Agregado grueso	Diseño por método ACI
Calidad de concreto	Resistencia a la compresión	Compresión $f'c=175$ kg/cm ² Compresión $f'c=210$ kg/cm ²	Norma ASTM C 39. Y NTP. 339.034
	Costo beneficio	Agregado Fino S/ 55,00 m ³ Agregado Grueso S/ 45,00m ³ Cemento S/ 21,70 bls.	Valor monetario en S/. por m ³ de concreto

1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Tipo y nivel de investigación

a) Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación se encuentra enmarcado en el enfoque cuantitativo, debido que se su recolección de los datos está orientado a recoger datos cuantitativos y para su análisis utiliza las estadística y por su propósito es de carácter aplicativo, puesto pretende analizar y evaluar los efectos del diseño de mezcla de agregados naturales en la mejora de la calidad de concreto mediante la resistencia, y por sus características del estudio es experimental demuestra los efectos de los agregados en la calidad de concreto

b) Nivel de investigación

Por el objeto de estudio y características de diferentes procedimientos de aplicación que se debe realizar corresponde al nivel de investigación experimental debido que se aplica las agregados naturales como una técnica para mejorar la calidad de concreto. No solamente abarca una descripción de conceptos sino de esta dirigida a demostrar analizar y evaluar los resultados de los agregados de la canteras para la elaboración de concretos.

1.7.2. DISEÑOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

a).Diseño de investigación

El diseño de investigación se desarrolla, empleando investigación por objetiva conforme al esquema siguiente:

$$\text{OG. } \left\{ \begin{array}{l} \text{oe1.....cp1} \\ \text{oe2.....cp2} \\ \text{oe3.....cp3} \end{array} \right\} \text{CF.}$$

Dónde:

OG.: Objetivo general

Oe.: Objetivo específico

Cp.: Conclusión parcial

CF.: Conclusión final

b). Método de investigación:

El estudio hace uso de las etapas de método científico en todas sus fases, de la misma forma como herramienta del conocimiento es el método deductivo- inductivo permite conocer las propiedades físicas mecánicas y Químicas de los agregados de concreto como un proceso analítico sintético; siguiendo los siguientes pasos: Observación, experimentación,

análisis y evaluación a través de ensayos, comparación y abstracción generalización de los efectos y resultados del proceso de ensayos de laboratorio, como método específico se hace uso de métodos experimentales de laboratorio que permite conocer y evaluar los resultados y las especificaciones técnicas y normativas y estándares que requiere el diseño de mezcla del agregados naturales para la mejora la calidad de concreto.

1.7.3. Población y muestra de la investigación

a). Población:

La población son toda las canteras de los agregados de concreto que se pueden utilizar en la provincia de Puno, mientras tanto que tenga y cumplan las mínimas condiciones con recursos naturales.

b). Muestra:

La muestra está constituida por dos canteras como son de Cutimbo y Viluyo de la provincia de Puno, para determinar la muestra requerida para el presente trabajo de investigación fue calculada en función a la cantidad de ensayos a realizar en el laboratorio, y es utilizado por el método no probabilístico de acuerdo al juicio de investigador.

1.7.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas: La técnica que fue utilizada en la presente tesis es convencional, que consiste en identificar los bancos de los materiales de mayor volumen, realizar calicatas, y obtener muestras en bolsas impermeables y con respectivos ensayos en los laboratorios.

b) Instrumentos: Los instrumentos utilizados son la Norma Técnica Peruana (NTP.), La Norma Sociedad Americana para el ensayo de Materiales (American Society for Testing and Materials ASTM), Bibliotecas, Recursos tecnológicos. Etc.

1.8 PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Luego todos los datos obtenidos a través de la ficha son codificados y analizados con el programa estadístico SPSS y con pruebas de significancia para la asociación de variables.

En razón del objetivo y las hipótesis formuladas para el presente trabajo de investigación se realizó el siguiente análisis estadístico:

Para el análisis de los datos se ejecutó el siguiente proceso:

- Luego de aplicar los instrumentos para la recolección de información, se organizaron los datos y se verificó el contenido de los datos para el cálculo con software.
- A continuación, ingresamos la información en una base de datos.
- Seguidamente, procedimos a la elaboración de cuadros de información porcentual unidimensional y bidimensional.
- Finalmente, se utilizó el Software estadístico SPSS, para la verificación de datos con las hipótesis

Ubicado bancos de materiales de las canteras “Cutimbo” y “viluyo” de mayor volumen de la cantera de estudio, se realizará las calicatas a una profundidad 0.8 m. a 0.85 m. dependiendo del espesor los bancos de agregado, obtener muestras en bolsas impermeables y limpias, con sus respectivas etiquetas de identificación.

Estas muestras serán trasladadas al laboratorio de concreto para su respectivo análisis de la muestra o determinación de las propiedades de las muestras.

La obtención de resultados serán de laboratorio de Suelos y pavimentos de la Municipalidad Provincial de Puno, Así mismo los otros ensayos se realizó en la universidad Nacional del Altiplano, entre otros laboratorios, para dicha evaluación así como análisis físico, mecánico y resistencia a la compresión.

1.9. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación

El presente proyecto de investigación, se realiza con la finalidad de conocer sus propiedades de los agregados de las canteras de Cutimbo y Viluyo, para conocer los efectos que tiene en la resistencia final del concreto. Es necesario evaluar la calidad de agregados de cada cantera, ya que los agregados de concreto de canto rodado no siempre cumplen con las especificaciones normativas.

En la provincia de Puno según a la necesidad de demanda de concreto para las construcciones de viviendas familiares, se realizan sin estudio previo con los agregados de la canteras mencionadas, es tal motivo que el proyecto pretende difundir la información de la calidad de material para concreto. La población sabrá de manera certeza que resistencia esperar de cada cantera, y también resultará ventajoso desde punto de vista económico, entonces para la población que se benefician de estas canteras propondremos alternativas de utilización de agregados naturales.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

a). Antecedentes internacionales

Mendoza Camey V.G.R.(2005). La investigación titulada “evaluación de la calidad de agregados para concreto, en el departamento de totonicapán” sus conclusiones fueron las siguientes: Conforme a la recopilación de los resultados y a la caracterización de los bancos se determina que ambas muestras de agregado fino no cumplen

Con algunas de las especificaciones de las normas correspondientes por lo tanto son consideradas inadecuadas para mezcla de concreto.

El agregado grueso cumple con el límite de desgaste proporcionado por la norma ASTM C-131 por lo tanto este agregado podría ser utilizado para la fabricación de concretos.

Se analizó la factibilidad de aplicación de cuatro normas consideradas las más importantes para que el ensayo de éstas brindaría información más amplia del desempeño de los agregados en estudio, no obstante, las cuatro normas aplicadas bastaron para dar un dictamen sobre la calidad de los agregados.

b). Antecedentes nacionales

Chacaliaza Quispe, L Y Vargas Escobar, L (2011) realizo tesis para obtener el título de ingeniero civil, denominado “características del agregados (finos y gruesos) de la cantera de Tucspampa – Lircay – 2011” Cuyo objetivo fue estudiar las características de los Agregados (Finos y Gruesos) Sus conclusiones fueron las

siguientes: 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 que nos sirvió, en el tamaño máximo nominal y por ende, del requerimiento unitario de agua proporciones de agregado grueso y fino y cantidad de cemento para la trabajabilidad.

Quisocala Calderon. E.A, Gallegos Ramos. M.A.(2010) realizo tesis para obtener el título de ingeniero civil, denominado “Desempeño del concreto compactado como alternativa de pavimentación en la ciudad de Puno” Cuyo objetivo fue Estudiar el desempeño del concreto compactado como una alternativa de pavimentación en la Ciudad de Puno. Sus conclusiones fueron las siguientes: Los resultados de los ensayos indican que el diseño de mezclas y la preparación de especímenes usando técnicas de compactación de laboratorio provee una alternativa viable para evaluar la mezcla de CCR como alternativa de diseño de mezcla en la pavimentación. La resistencia a la compresión se incrementa con el contenido de cemento y el tiempo de curado. El módulo de elasticidad aumenta directamente con la cantidad de cemento y el tiempo de curado. Se concluye que con un porcentaje del 13.72% de cemento se alcanza una resistencia del 210kg/cm²

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Conceptos fundamentales

Definición del concreto

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

El agua y el cemento reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados constituyendo un material heterogenia. En algunas veces en casos especiales se añaden aditivos para que cumpliera ciertos fines requeridos. Entonces podemos decir que el concreto es:

CONCRETO= cemento portland + agregados + aire + agua

Materiales componentes del concreto

Ligante: Cemento, Agua

Agregados: Agregado fino: arena, Agregado grueso: grava piedra chancada

2.2.2. Cemento Portland

Definición de cementos portland

El cemento portland es un producto comercial de fácil de adquisición el cual se mezcla con agua como puede ser con combinación con arena o grava u otros materiales similares tiene la propiedad de reaccionar lentamente con agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finalmente molido, Producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezcla que contiene cal, alúmina, fiero y sílice en proporciones determinadas.

Cemento portland = ClinKer portland +yeso

Usos y aplicaciones de los cementos portland

Según el tipo de cemento

Tipo I: Para construcciones de concreto y mortero de uso general y cuando no se requiera propiedades específicas, se utiliza en concretos que no estén sujetos al ataque de factores agresivos como podría ser la presencia de sulfatos en el suelo o en el agua.

Tipo II: En obras donde se requiera resistencia moderada a la acción de los sulfatos (Ejemplo Estructuras de drenaje) y/o moderado Calor de hidratación (consecuencia de la hidratación del cemento). Se recomienda en edificaciones, estructuras industriales, puentes, obras portuarias, perforaciones y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerable, y en climas cálidos

Tipo III: Para obras que requiera alta resistencia elevadas a edades tempranas, normalmente a menos de una semana (Ej.: adelanto de la puesta en servicio) y también en obras de zonas frías su uso permite reducir el curado controlado.

Tipo IV: Para Estructuras se requiera bajo Calor de Hidratación, caso de represas, centrales hidroeléctricas y obras de grandes masas de concreto, también debe tenerse en cuenta que este cemento desarrolla resistencias a una velocidad inferior a la de los otros cementos.

Tipo V: Además de las cualidades del Tipo II, es recomendado para obras donde se requiera elevada resistencia a los sulfatos. Es el caso de obras portuarias expuesta al agua de mar También en canales, alcantarillas, túneles, suelos con alto contenido de sulfatos. Estos cementos desarrollan resistencias más lentamente que los cementos tipo I, incrementan su resistencia a los sulfatos.

2.2.3 Propiedades físicas y químicas de los componentes del concreto

2.2.3.1 Cemento

a) Fabricación de cemento portland

La materia prima, material calizo y material arcilloso se tritura mezcla y muele hasta reducirla a un polvo fino. Los procedimientos de mezcla y molido pueden efectuarse en seco y molido puede efectuarse por vía húmeda. La dosificación de los materiales debe ser la adecuada a fin de evitar perjuicios en la calidad.

Este material está compuesto de un elemento finamente molido llamado Clinker, que viene a ser el producto final de mezclas de otros materiales tales como cal, sílice, hierro y alúmina que en proporciones determinadas logran las propiedades deseadas. Por lo tanto el cemento Portland, está constituido por varios compuestos de silicatos y aluminatos de calcio que son compuestos hidratados resultados de las reacciones exotérmicas.

Materias primas

El cemento portland está constituido por una mezcla de materias primas de naturaleza y son:

- 1. Materiales calcáreos:** Deben tener un adecuado contenido de carbonato de calcio (Co_3Ca) que será entre 60% a 80%, y no deberá tener más de 1.5% de magnesio. Aquí tenemos a las margas, cretas y calizas en general estos materiales suministran el óxido de calcio o cal.
- 2. 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.
- 3. Minerales de hierro:** Suministran el óxido férrico en pequeñas cantidades. En algunos casos éstos vienen con la arcilla.

4. Yeso: Aporta el sulfato de calcio. 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 ferro aluminato tetracálcico.

b) Propiedades químicas del cemento

El cemento está compuesto por los siguientes componentes químicos

Tabla N° 02.01
Compuestos químicos del cemento

COMPUESTO	SIMBOLO	SIMBOLO SIMPLIFICADO
Silicato Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S
Silicato bicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Ferroaluminato tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

Fuente: Ing. Enrique Rivas López, materiales para el concreto pág. 47

2.2.3.2 Propiedades físicas del Cemento

Finura o fineza

La finura o fineza del cemento afecta a la rapidez de la hidratación. Al aumentar la fineza del cemento aumenta la rapidez a la que se hidrata el cemento acelerando la adquisición.

El mayor efecto que tiene la finura del cemento es que aumenta la velocidad de adquisición de la resistencia inicial del concreto, produce también una menor exudación y un mayor efecto en las posibles expansiones.

El efecto contrario es que si los granos de cemento tienen diámetros mayores a 60 micras, no podrán hidratarse por completo, por lo tanto reducir la resistencia del concreto.

Peso específico

El peso específico del cemento portland generalmente es aproximadamente es de 3.15 gr/cm^3 (que es el valor que suele emplearse en los cálculos); el peso específico de los cementos es menor, variando entre 2.12 y 2.97 el peso específico del cemento no indica la calidad del mismo; y su principal uso es para la selección de las proporciones de la mezcla en el presente proyecto empleamos 3.15 gr/cm^3 .

Tiempo de fraguado

Los tiempos de inicio y final son relativos dependiendo de una serie de factores, tales como la Temperatura, ya que a mayor temperatura existirá más rapidez en el fraguado y viceversa, otro factor como la finura del cemento, donde a mayor finura mayor rapidez en el tiempo de fraguado, y otro factor como la cantidad de agua, donde a menor cantidad de agua más rapidez en el tiempo de fraguado

El inicio del tiempo de fraguado, se determina cuando la masa empieza a perder la plasticidad.

El final del tiempo de fraguado se determina cuando la pasta del cemento deja de ser deformable y se convierte en un bloque rígido.

2.2.4 Los Cemento en el Perú

En el Perú actualmente tenemos las siguientes empresas cementeras

Tabla N° 02.02
Fabricación del Cemento

FABRICANTE	UBICACIÓN DE LA FÁBRICA	Tipos de Cemento que Producen
Cementos Lima S.A. 46%	Lima	Tipo I (Sol I) Tipo IP (Super Cemento Atlas) Tipo II (Sol II)
Cemento Andino S. A. 19%	Tarma – Junín	Tipo I (Andino I) Tipo II (Andino II) Tipo V (Andino V) Tipo IPM (Andino IPM)
Yura S. A. 14%	Yura – Arequipa	Tipo I (Yura I) Tipo IP (Yura IP) Tipo IPM (Yura IPM), Cemento de Albañilería – Marca “estuco Flex”.
Cemento Pacasmayo S. A. 13%	Pacasmayo – La Libertad	Tipo I (Pacasmayo I) Tipo II (Pacasmayo II) Tipo V (Pacasmayo V) Tipo MS (Pacasmayo IMS) Tipo IP (Pacasmayo IP) Tipo ICo (Pacasmayo ICo).
Cementos Sur S. A. 5%	Juliaca - Puno	Tipo I (Rumi I) Tipo II (Rumi II) Tipo V (Rumi V) Tipo IPM (Inti).
Cementos Selva S. A. 1%	Pucallpa - Ucayali	Tipo I, Tipo ICo, Tipo II, Tipo V, Tipo IP.

Fuente: http://cybertesis.urp.edu.pe/urp/2008/tello_am/pdf/tello_am-TH.1.pdf

En nuestro medio el más comercializado de los cementos es el cemento portland tipo I que es convencional, de desarrollo de resistencias a edades tempranas, como también en la actualidad han aparecido otros cementos como son, el cemento sin fronteras, cemento Yura, entre otros.

2.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERAS

2.3.1 Cantera o banco de materiales.

Definición.- Se define cantera a los 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.

La calidad de agregado es importante desde que aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes de volumen del concreto es ocupada por este. Se sabe debido sus propiedades físicas y mecánicas y químicos, tiene influencia determinante sobre las propiedades del concreto, especialmente en su resistencia y durabilidad.

El agregado tiene un papel determinante en las propiedades del concreto, interviene en la resistencia mecánica, la durabilidad, el comportamiento elástico, los agregados, los mayores constituyentes del concreto son críticos para el comportamiento de este, tanto como en estado fresco como en el endurecido. Adicionalmente sirve bajo costo e imparten beneficios a la mezcla, no obstante que el agregado constituye el material que en el más alto porcentaje interviene en la unidad cúbica del concreto, el estudio del agregado es un papel importante que el desempeña en el comportamiento de este.

Además de los efectos específicos sobre las diversas propiedades del concreto, las características físicas químicas, mecánicas de los agregados tienen efecto importante no solo en acabado en la calidad final del concreto sino también en la trabajabilidad y consistencia al estado plástico. Así como en la durabilidad, resistencia.

Considerando este concepto, el estudio de las canteras de donde se extrae el agregado es con fines constructivos para obras civiles.

a) Origen.- Las canteras donde se extraen para la elaboración de concreto en la Provincia de Puno la mayoría de estas canteras son de origen sedimentario, donde la acción erosiva de las aguas pluviales, la fuerza hidráulica y el acarreo de estos minerales, nos proporcionan un agregado de forma redondeada, denominados cantos rodados.

b) Característica de los agregados.- Las características de los agregados deberán cumplir con las especificaciones de la norma ASTM C33 así para poder tener un concreto de resistencia deseado estos agregados deberán de ser aprobada por la inspección que cumpla con aquellos ensayos que esta considere necesario por tanto el contratista como la inspección deben recordar que un comportamiento satisfactorio en el comportamiento del pasado de otras obras no significa que el comportamiento será lo mismo.

Los agregados que no cumplan con los requisitos de la norma ASTM C 136 serán con el previo tratamiento de acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio.

2.3.2 Propiedades físicas

❖ Granulometría.

Consiste en la separación por tamaños y calificación de las partículas del mismo. La separación se logra con una serie de tamices de aberturas determinadas según las especificaciones.

La granulométrica del agregado nos permite conocer la distribución de tamaños en función a sus volúmenes, pero representados en este ensayo en función a sus pesos retenidos en mallas.

Las partículas deberán tener un comportamiento óptimo en la mezcla, y esto solo se obtendrá, conociendo que el agregado grueso aporta con su resistencia y su volumen, y el agregado fino actúa como lubricante para la suspensión de los agregados gruesos en la mezcla, aportando en mejorar la consistencia y la trabajabilidad de la mezcla.

La granulometría debe ser de buena gradación como específica la normatividad, Por lo que concluimos que una granulometría Óptima origina en la mezcla una alta densidad, buena trabajabilidad y un mínimo contenido de cemento.

❖ Agregado grueso

Los agregados gruesos es llamado el material retenido en las mallas de 3" hasta el N° 4 de la tamiz y son empleados en el ensayo son los normados por la NTP 400.012 y ASTM C-33 cuyas aberturas de las tamices son: 3", 2 1/2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y la Nro.4.

Gravas.- comúnmente llamado "canto rodado" es el conjunto de fragmentos de pequeñas piedras, proveniente de la desintegración natural de las rocas, por acción de hielo y otros agentes atmosférico, encontrándose corrientemente en canteras y lecho del río depositados en forma natural.

Piedra partida o chancada.- se denomina al agregado grueso obtenido de la trituración artificial de rocas o grava, Como agregado grueso se puede usar cualquier piedra partida siempre que sea limpia dura y resistente.

Su función principal es la de dar volumen y aporte a su propia resistencia los ensayos indican que la piedra chancada o partida da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redondeada.

En el agregado grueso se debe tener encuentra cuando se 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 depender del tamaño máximo del agregado. Tal como indica la siguiente tabla:

Tabla N° 02.03

Tamaño Máximo Nominal	Porcentajes que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nro.4	Nro.8
2"	95- 100	----	35- 70	----	10- 30	----	0-5	----
1 1/2"	100	95- 100	----	35- 70	----	10- 30	0-5	----
1"	100	100	95- 100	----	25- 60	----	0-10	0-5
3/4"	----	100	95- 100	----	20- 55	----	0-10	0-5
1/2"	----	----	100	90- 100	----	55	0-15	0-5
3/4"	----	----	----	100	90- 40-	40-	10-	0-10

Fuente: ENRIQUE RIVVA LOPEZ, Diseño de mezclas. pág. 36

Si el agregado no cumple con el rango especificado, no será motivo para descartarlo sin antes haber realizado pruebas curva granulométrica y observar su comportamiento, Si este es Óptimo podrá ser utilizado sin problemas

Características.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la norma mencionada anteriormente o la norma ASTM C33 los cuales están indicados en la tabla 02.04 es recomendable tener las siguientes consideraciones.

- a) La granulometría seleccionada deberá de ser de preferencia continua
- b) La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto. Con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- c) La granulometría seleccionada no deberá tener más de 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más de 6 % de agregado que pasa la malla 1/4"

Efectos del agregado grueso.

Los agregados a base de grava producen resistencias adecuadas en elementos en compresión pura, debido a su mayor facilidad de acomodo del agregado, y a la consiguiente menor demanda de agua por unidad cúbica del concreto, que permite obtener una menor relación de agua cemento para la misma consistencia, y por tanto una mejor resistencia en compresión.

En elementos en flexión y flexo compresión, la grava presenta desventajas en relación al agregado de perfil angular y textura rugosa, dado que se obtiene una mejor resistencia por adherencia presentándose superficies en las que el mortero tendrá menores posibilidades de ligarse bien.

El agregado fino producido por rotura del grueso durante el proceso de transporte, no tiene efecto importante sobre la resistencia en compresión del concreto.

❖ Agregado Fino

Le llamamos aquel que proviene de la desintegración natural de las rocas que pasa por tamiz 9.5 mm (3/8") según la norma NTP 400.037.

El agregado fino se considera a la arena natural o manufacturada o combinación de ambos. Sus partículas serán limpias, deber de estar de libre de cantidades perjudiciales como son polvo, terrones, partículas escamosos o blandas, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas.

El cribado del agregado fino se efectúa mediante mallas determinadas por una serie Standard en tamaño a partir de la Nro.100, con la finalidad de permitirle una continuidad en el tamaño de sus partículas, la granulometría está estandarizado por el tamiz que se muestra en el siguiente cuadro según las especificaciones de ASTM C136.

Tabla N° 02.04

Especificaciones de la granulometría

MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
Nº 4	95 - 100
Nº 8	80 - 100
Nº 16	50 - 85
Nº 30	25 - 60
Nº 50	10 - 30.
Nº 100	2 - 10.

Fuente: ENRIQUE RIVVA LOPEZ, Diseño de mezclas. Pág. 25

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 aumentar la superficie específica a cubrir, si por el contrario es una arena gruesa nos da una idea de una posible segregación.

El agregado fino no deberá tener la presencia de materias orgánicas como indica en la norma NTP 400.013. Si el agregado no cumple con las especificaciones de la norma entonces podremos mencionar los siguientes:

- La presencia en el ensayo se deba a la presencia de pequeñas partículas de carbón, o partículas similares.
- Realizado el ensayo. La resistencia a los siete días de mortero preparados con dichos agregados no sea menor que según indica la norma ASTM –C39 de la resistencia del mortero sillares preparados con otra porción de la misma muestra de agregado fino previamente lavado.
- A continuación presentamos los parámetros que deberá exceder los siguientes límites.
- Lentes de arcilla y partículas desmenuzables.....3%
- Materia fina de la malla N°200.
- a) Concreto sujeto a abrasión.....3%

- b) Otros concretos.....5%
- Carbón:
 - a) Cuando la presencia superficial de concreto es importante.....0.5%
 - b) Otros concretos 1%

❖ **Módulo de fineza.**

El módulo de fineza nos indica el tamaño promedio del agregado, más no nos determina la continuidad de su granulometría.

Este módulo de fineza un factor importante pues nos indica en forma Indirecta la influencia en la plasticidad, la cantidad de agua y hasta la cantidad de cemento, este dato se determina de la suma de los porcentajes acumulados retenidos de las mallas Standard, hasta la malla número 100, dividiendo luego este valor entre 100.como se observa en la ecuación.

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

Ec. 02.01

El agregado fino, se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 100, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

En el agregado fino este módulo de fineza es recomendable que este comprendido entre 2.35 y 3.15 con un máximo de +/-0.2. Conociendo que el agregado fino actúa como un lubricante del agregado grueso, debemos evaluar estos valores teniendo en cuenta que las arenas con M.F. menor a 2.3 son muy finas, ocasionando mayor superficie específica, por lo tanto mayor cantidad de pasta; y si 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 M.F. entre 2.2 a 2.8 produce concretos trabajables y con mínima segregación.

❖ **Tamaño máximo.**

De acuerdo a la Norma NTP 400.037. Es el tamaño máximo de agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa las muestras del agregado grueso pasa en un 100% antes del primer retenido. Este dato es importante ya que influye en la cantidad de cemento requerido.

❖ **Tamaño máximo nominal.**

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 nos indica que el tamaño máximo nominal es el menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido al que retiene el 15% mínimo del agregado. Pero este tamaño también debe tener compatibilidad con la estructura que requiera para su función estructural, por lo tanto debemos tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

- 1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados.
- 1/3 de la altura de las losas.
- $\frac{3}{4}$ del espacio libre entre aceros de refuerzo.

❖ **Material que pasa la malla Nro. 200**

El contenido de finos o polvo no se refiere al contenido de arena fina ni a la cantidad de piedras de tamaño menor, sino a la suciedad que presentan los agregados (tamaños inferiores a 0,075 mm). El contenido de finos es importante por dos aspectos:

- a mayor suciedad habrá mayor demanda de agua, ya que aumenta la superficie a mojar y por lo tanto también aumentará el contenido de cemento si se quiere mantener constante la relación agua/cemento;
- si el polvo está finamente adherido a los agregados, impide una buena unión con la pasta y por lo tanto la unión de mortero-agregado será una zona débil por donde se puede originar la rotura del concreto.
- Observando los acopios, pueden notarse en su superficie como duras originadas por el desecamiento de estos finos.
- Haciendo una simple prueba consiste en colocar un poco de arena en un recipiente traslúcido con agua, agitar enérgicamente y dejar reposar un par de minutos. Si la arena está sucia se diferenciará claramente en el fondo del recipiente el depósito de arena y sobre éste, el de material fino.

❖ **Peso específico y Absorción.**

La absorción es la cantidad de agua capaz de ser tomada por un material después de 24 horas de inversión y se expresa como un porcentaje del peso seco del material y peso específico es la relación de entre el peso y el volumen dado de un

material o es densidad de las partículas.

Ensayo de Peso Específico y Absorción de la Arena

Equipos de ensayo

- Balanza con capacidad mínima de 1000 gr. y sensibilidad de 0.1gr.
- Picnómetro, matraz o frasco.
- Bandejas de tamaño apropiado.
- Hornilla moderada.
- Horno capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$.

Procedimiento experimental

- Seleccionar por cuarteo, una cantidad aproximada de 2Kg., que se cubre completamente con agua y se deja sumergida durante 24 horas.
- Después del período de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua y se extiende la muestra sobre una bandeja, secando la superficie de las partículas al aire, hacemos la prueba de humedad con el cono visualmente podemos definir un estado saturado superficialmente seco (sss).
- Inmediatamente, se introducen en el picnómetro o frasco previamente pesado, una cantidad aproximada de 500gr. de agregado fino (sss), y se añade agua hasta un 80% de su capacidad, para eliminar el aire atrapado se agita el picnómetro o frasco, se determina su peso total (frasco + muestra + agua), seguidamente se deja reposar por un lapso de 24horas (opcional).
- Se saca el agregado fino del matraz y se seca en el horno, hornilla y/o aire libre y se determina finalmente su peso seco.

Resultados

- Peso específico aparente: $A / ((B-C)-(D-A))$
- Peso específico (sss): $D / (B-C)$
- Peso específico de masa: $A / (B-C)$
- Absorción: $(D-A) / A * 100$

En donde:

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

B: volumen del picnómetro (gr)

C: peso de agua (gr)

D: peso de la muestra superficialmente seca sss. (gr)

F: Peso de la muestra (sss)+ peso del picnómetro + peso de agua

a) Ensayo de Peso Específico y Absorción de la Grava

Equipo de ensayo

- Balanza con capacidad mínima de 7000gr. y sensibilidad de 0.5gr.
- Canastillas para las muestras sumergidas.
- Dispositivo de suspensión.
- Recipiente (balde) de tamaño adecuado.
- Hornilla moderada.
- Horno capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento experimental

- Seleccionar por cuarteo, una cantidad aproximada de 5Kg., que se cubre completamente con agua y se deja sumergida durante 24 horas.
- Después del período de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua y se extiende la muestra sobre una bandeja, secando la superficie de las partículas al aire, hasta que visualmente podamos definir un estado saturado superficialmente seco (sss).
- Se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua.
- Se seca entonces la muestra en horno, hornilla y/o aire libre y se determina su peso seco.

Resultados

- Peso específico aparente: $A / (A-C)$
- Peso específico (sss): $B / (B-C)$
- Peso específico de masa: $A / (A-C)$
- Absorción: $(B-A) / A \cdot 100$

En donde:

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

B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (SSS gr)

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

❖ **Peso unitario de los agregados.**

El peso unitario es la relación del peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. El peso unitario depende del acomodo de las partículas, por lo que es un parámetro muy relativo, la norma ASTM C-29 establece el procedimiento para su determinación.

El peso unitario es empleado en algunos métodos de diseño de mezclas para estimar las proporciones y condiciones de los agregados.

Equipo

- Balanza con capacidad de 20000 gr.
- Varilla compactadora, de acero (5/8") de diámetro, con una longitud aproximada de 24". Un extremo debe ser semiesférico y de 8 mm de radio
- Regla metálica para enrasar.
- Recipientes de medida, metálicos (cilindros del ensayo).

Procedimiento Experimental

El procedimiento a seguir para el cálculo del peso específico es el mismo para arenas como para gravas, Los pasos a seguir son los siguientes:

- Tomar las dimensiones del molde para calcular el volumen del molde.
- El agregado (arena o grava) debe colocarse en el molde, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo.
- Cada una de las capas se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla.
- Al apisonar la primera capa, debe evitarse que la varilla golpee el fondo del molde. Al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.

Resultados

a). Peso Unitario suelto.- Es el peso unitario obtenido con el peso del agregado (arena o grava) en estado seco suelo sin varillado.

$$PUS. = \frac{(Peso.muestra + peso.molde) - peso.del.molde}{volumen.del.molde} \quad Ec.02.0.2$$

b). peso Unitario compacto.- Es el peso unitario obtenido con el peso del agregado (arena o grava) en estado seco suelo varillado por 3 capas con cada capa con 25

golpes que a continuación presentamos.

$$PUC. = \frac{(Peso.muestra + peso.molde) - peso.del.molde}{volumen.del.molde} \quad Ec.02.03$$

❖ **Contenido de Humedad.**

Es la característica de los agregados que nos permitir controlar la cantidad de agua requerida por el diseño. Se define como la cantidad de agua absorbida más la cantidad de agua superficial con que cuenta el agregado en un momento dado

$$PUC. = \frac{(WH - WS)}{WS} \quad Ec.02.04$$

Dónde:

W%=Contenido de humedad en porcentaje.

WH=Peso de la muestra húmeda.

WS= Peso de la muestra seca.

Estos datos calculados influye en gran manera en las proporciones de la mezcla y la variación depende del tiempo, entonces es necesario realizar este ensayo aún antes de realizar la mezcla, para poder controlar en forma óptima la relación agua/cemento, que a su vez está directamente relacionado con la resistencia del concreto.

2.3.3 Equivalente de arena del agregado fino

Este ensayo tiene como objetivo principal el determinar la calidad que tiene el agregado que se va a emplear, desde el punto de vista de su contenido de finos indeseables de naturaleza plástica, sobre todo de arcillas, que son los materiales que en contacto con el agua causan un gran daño al concreto, la norma ASTM D-2419 establece el procedimiento para su determinación.

Para poder realizar este ensayo se necesitan dos porciones de muestra de unos 120gr.de cada una que pase por el tamiz N°4.

Cada una de estas muestras se sitúa en una probeta en la cual previamente hemos añadido solución Equivalente de Arena. Una vez que hemos eliminado las burbujas que se formaron al verter el suelo, dejamos reposar cada probeta 10 minutos, luego de este procedimiento tapamos la probeta y la agitamos manteniéndola horizontal haciendo unos 90 ciclos en unos 30 segundos, para que a continuación

introducamos más líquido de Equivalente de arena para poner en suspensión las partículas más finas.

Después dejamos reposar cada probeta 20 minutos y medimos en cada una la altura con respecto a la base de la misma a la que llegan los finos y también la altura a la que llegan los gruesos.

Entonces dividimos para cada probeta la altura de gruesos entre la altura de finos y lo multiplicamos por 100, para que el ensayo resultante se considere válido los resultados obtenidos no puede diferir en más del 2%.

2.3.4 Ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles ASTM; C-131

Este método cubre el procedimiento para ensayos de agregado grueso Menores de 1½ pulgadas (37.5 mm), para determinar su resistencia al desgaste en la máquina de los ángeles.

El ensayo en la máquina de los ángeles es una medida de la degradación de los minerales de los agregados de graduaciones normales, resulta de la combinación de acciones incluyendo abrasión e impacto en un tambor rotativo de acero que contiene un número específico de esferas, que dependerá de la graduación de la muestra. Mientras el tambor rota, una placa eleva la muestra y las esferas de acero, transportándolas hasta ser soltadas desde la parte opuesta del tambor, creando un efecto de trituración por impacto.

El contenido sigue rotando dentro del tambor con una acción abrasiva hasta que la placa hace impacto y el ciclo se repite. Después de transcurrido el número de revoluciones preestablecido, el contenido es removido del tambor y la porción de agregado es tamizada para medir el desgaste como el porcentaje de peso perdido. Según la norma ASTM C131 y NTP 400.019 no deberá tener una pérdida mayor de 50%

Características

Se usa la máquina de ensayo de desgaste de los Ángeles que satisfaga las características descritas por la norma ASTM C-131. La máquina consistirá en un cilindro cerrado en ambos extremos, con un diámetro interno de 28 pulgadas y el largo interior de 20 pulgadas.

El cilindro será montado en ejes, acoplados a los extremos del cilindro pero sin atravesarlo, y será montado de manera que pueda girar estando su eje en posición horizontal.

El cilindro será provisto de una abertura para poder introducir la muestra de ensayo. La abertura debe cerrarse para evitar que salga el polvo, lo que se logra con una tapadera hermética. A lo largo de una línea de la superficie interior del cilindro se colocará una placa o paleta de acero removible, proyectada radialmente hacia el centro del cilindro 3½ pulgadas y extendida a todo lo largo del mismo.

Las cargas abrasivas consistirán en esferas de acero de un diámetro aproximado de 46.8 mm y cada una con un peso de entre 390 a 445 gramos.

Procedimiento

a). Se encuentra la granulometría con una cantidad representativa para obtener los porcentajes y cantidades retenidas, así se identifica el tipo de abrasión es tamizado con las mallas de retenidas en 1", 3/4", 1/2" 3/8" en setas mallas son retenidas 1250gr en cada uno, en total son de 5000 gr que ingresa a la máquina de los ángeles

b). De acuerdo a la cantidad de material, que es retirado de la máquina de los ángeles. Se procede a tamizar con N° 10 y N° 16 para sus respectivos cálculos. El cálculo se efectúa de la siguiente manera.

c). La diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra de ensayo, se expresará en forma de porcentaje del peso inicial de la muestra de ensayo. Este valor será expresado como porcentaje de desgaste.

2.3.5 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.

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, en la tabla 02.06 presentamos contenidos máximos permisibles de cloruros en el concreto.

Tabla N° 02.05**Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos**

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	<i>f_c</i> mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Fuente: Norma técnica de edificación E.060 concreto armado

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 inicia la corrosión del acero.

Tabla N° 02.06**Parámetros físicos, químicos para el concreto**

PARAMETROS FÍSICOS Químico.	NORMA	Unidad	Como Max.
Potencia de Hidrogeno	ASTM C40	pH	8.5 min.
Sulfatos como SO ₄	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: elaboración propia

Contenido de sales solubles

Los agregados no deben contener sales solubles totales si los agregados presentan alto contenido de sales el agregado debe ser lavado con agua potable o previo análisis de laboratorio según ACI Perú de Rivvas López I. (naturaleza y materiales de concreto) no será mayor de 0.015% en peso del cemento como también nos dice que ningún caso se utilizará el agregado de procedencias marinas, que estas sales solubles son que uno de los factores que ocasiona la corrosión en el acero como también la aceleración de la corrosión en el acero.

2.3.6 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 02.08 Límites permisibles para el agua de mezcla y de curado según la Norma NTP 339.088.

Tabla N° 02.07

Parámetros permisibles de agua

Sustancias Disueltas	MÁXIMOS
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 es la presencia de ácidos, grasas, aceites y azúcares siendo extremadamente dañinas para el concreto.

Cuando la concentración de sales, especialmente cloruros 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 pres forzados 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.

2.4 CONCRETO.

a). Definición.- el concreto es una mezcla, adecuadamente dosificada, de cemento y agua, y agregado fino y agregado grueso. Adicionalmente también puede tener en su composición aditivos. Es diseñada para resistencias requeridas en la obra. Entonces el concreto es el resultado de cemento portland más agregados, más aire y agua constituye un material heterogéneo.

b). Materiales componentes del concreto.

Ligantes.- cemento y agua

Agregados.

Agregado fino: arena

Agregado grueso: grava, piedra chancada, canto rodado

Las etapas principales para la producción de buen concreto son:

- Dosificación
- Mezclado
- Transporte
- Colocación
- Consolidación
- Curado

c). Tipos de concreto.

Mencionaremos algunos concretos comunes:

- **Concreto simple.-** es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios vacíos entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la pasta.

- **Concreto armado.-** se denomina así al concreto simple cuando esté lleno de armaduras de acero estructural y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente como son tracción y compresión.
- **Concreto estructural.-** se denomina así al concreto simple cuando este es dosificado, mezclado y transportado, de acuerdo las especificaciones precisas que garantice la resistencia de diseño.
- **Concreto ciclópeo.-** se denomina así al concreto simple más piedra con tamaños máximos de 10” hasta un máximo de 30% de volumen.

2.5 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.

2.5.1 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, es 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.

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

2.6 DEFINICION 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 necesario para dar a la masa de una consistencia pastosa

Los concretos fluidos son aquellos que han sido amasados con tanta gua que la mezcla fluye como una pasta blanda estos concretos son de menor calidad originada por el exceso contenido de agua

- **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.

2.7 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 del concreto 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 debe alcanzar 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

encuentra 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.

2.8 DISEÑO DE MEZCLAS

Generalidades.

La dosificación del concreto implica el equilibrio entre una economía razonable y los requisitos especificados en la Norma, resistencia, durabilidad y densidad.

Las características requeridas están determinadas por el uso al que estará destinado el concreto y por las otras condiciones esperadas en el momento de la colocación. Estas se contemplan en las especificaciones de obra.

El concreto no sólo está constituido por cemento, agregado y agua; también puede contener cierta cantidad de aire atrapado, pudiendo contener además aire incluido intencionalmente, obtenido mediante un aditivo incorporado de aire que estos mismos son para las diferentes exposiciones que se coloca el concreto.

2.8.1. Consideraciones para el diseño de mezclas

Es necesario enfocar el concepto del diseño de mezcla para producir un buen concreto tan económico como sea posible, que cumpla con los requisitos requeridos para el estado fresco (mezclado, transporte, colocación, compactado y acabado, etc.) y en el estado endurecido (la resistencia a la compresión y durabilidad, etc.).

En general, se piensa que todas las propiedades del concreto endurecido están asociadas a la resistencia y, en muchos casos, es en función del valor de ella que se las califica. Sin embargo, debe siempre recordarse al diseñar una mezcla de concreto que muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades Como son:

- Los materiales, El elemento a vaciar, tamaño y forma de las estructuras
- Resistencia a la compresión requerida
- Condiciones ambientales durante el vaciado

- Condiciones a la que estará expuesta la estructura

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:

$$F'_{cr} = F'c + 1.34 s \dots\dots\dots Ec \quad 02.05$$

$$F'_{cr} = F'c + 2.33 s - 35 \dots\dots\dots Ec \quad 02.06$$

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° 02.08 para determinar el f'_{cr} .

Tabla N° 02.08

Determinación de la resistencia requerida.

$f'c$ especificado	F'_{cr} (Kg/cm ²)
< 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
> 350	$f'c + 98$

Fuente: Enrique Rivva lopez (diseño de mezclas) pág. 63

- $f'c$: Resistencia a la compresión especificada (Kg/cm²).
- f'_{cr} : Resistencia a la compresión requerida (Kg/cm²).

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° 02.09 de acuerdo al Tipo de Estructura

Tabla N° 02.09
Clase de mezclas según el asentamiento

Consistencia	Asentamiento
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° 02.10 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 N° 02.10

Contenido de Aire Atrapado.

Contenido de aire atrapado	
tamaño máximo nominal	aire atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.50%
3/4"	2%
1"	1.50%
1 1/2"	1%
2"	0.50%
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° 02.11 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 02.11

Tabla N° 02.11Volumen de agua en lt/m³

Asentamiento	Agua en l/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
concreto sin aire incorporado								
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	-

Fuente: Enrique Rivva lopez (diseño de mezclas) pág. 82

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° 02.13 muestran estos valores límites.

Tabla N° 02.12

Relación agua/cemento por resistencia.

f'c Kg/cm ²	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Enrique Rivva lopez (diseño de mezclas) pág. 85

Tabla N° 02.13

Condiciones especiales de exposición.

Condiciones de exposición	Relación de a/c máxima en C° con agregados de peso normal	Resistencia en compresión mínima en C ° con agregado liviano
Concretos de baja permeabilidad a)Expuesto a agua dulce b)Expuesto a agua de mar o agua solubles c)Expuesto a la acción de aguas cloacales	0.5 0.45 0.45	260
Concreto expuesto a congelamiento y deshielo en condición húmeda. a).sardineles, cunetas y secciones delgadas b).Otros elementos	0.45 0.5	300
Protección contra corrosión de concretos expuestos a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de estas aguas Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15mm	0.4 0.45	325 300

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

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 (Ecuación 02.05).

$$\text{Contenido de cemento en Kg/m}^3 = \frac{\text{Agua de mezclado}}{\text{relacion a/c}} \quad \text{Ec. 02.07}$$

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° 02.15. 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 N° 02.14

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Tamaño máximo Nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversas módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/4"	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° 02.14 multiplicado por el peso unitario seco y compactado del agregado grueso.

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

Ec. 02.08

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:

$$\left[\text{Cantidad del agregado fino (Kg)} \right] = \left[\text{Peso del concreto (Kg)} \right] - \left[\text{Peso del agregado grueso (Kg)} + \text{Peso del cemento (Kg)} + \text{Peso del agua mezclada (Kg)} \right]$$

Ec. 02.09

j). Método de los Pesos.

Generalmente el peso unitario del concreto fresco es conocido con relativa aproximación de experiencias previas con los materiales a ser utilizados en obra.

En ausencia de tal información, se puede usar la Tabla N° 02.15 en un primer estimado, con la seguridad de que las proporciones obtenidas serán lo suficientemente aproximadas como para ser corregidas con un rápido y sencillo

ajuste sobre la base de los resultados de las mezclas de ensayo.

2.8.2 Métodos de diseño de mezclas

a). Método de los Volúmenes Absolutos

Es uno de los procedimientos para el diseño de mezcla, y a la vez preferido sobre el método de los Pesos, para el cálculo de la cantidad de agregado fino por metro cúbico de concreto, implica el empleo de los volúmenes desplazados por los ingredientes o volúmenes absolutos de los mismos.

En este caso el volumen absoluto del agregado fino es igual a la diferencia entre el volumen unitario de concreto y la suma de los volúmenes absolutos de los ingredientes ya conocidos (cemento, agua, aire, agregado grueso).

Tabla N° 02.15
Primera estimación del peso del concreto fresco

Tamaño Máximo del agregado	Primera estimación del peso del concreto en Kg/m^3		
	grueso	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
3/8"		2285	2190
1/2"		2315	2235
3/4"		2355	2280
1"		2375	2315
1 1/2"		2420	2355
2"		2445	2375
3"		2465	2400
6"		2505	2435

Fuente: Tabla confeccionada por el comité ACI 211.

$$\left[\frac{\text{Volumen abs.}}{\text{agreg. fino}} \right] = 1 - \left[\frac{\text{Volumen abs.}}{\text{agreg. grueso}} + \frac{\text{Volumen abs.}}{\text{cemento}} + \frac{\text{Volumen abs.}}{\text{agua}} + \frac{\text{Volumen abs.}}{\text{aire}} \right]$$

Ec.02.10

El volumen absoluto ocupado en el concreto por cualquier ingrediente, es igual a su peso dividido por su peso específico.

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso específico}} \quad \text{Ec.02.11}$$

b). Corrección por humedad de los agregados

Hay que tener en cuenta la humedad de los agregados para pesarlos correctamente. Generalmente los agregados están húmedos y a su peso seco debe sumarse el peso del agua que contienen, tanto absorbida como superficial. Así, el agua de mezclado añadida a la colada, debe ser reducida en una cantidad igual a la

humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido total de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción

$$\left[\begin{array}{c} \text{Peso agreg} \\ \text{humedo} \end{array} \right] = \frac{\text{Peso agreg}}{\text{seco}} \times \left[1 + \frac{\text{Contenido de humedad}}{\text{agregado}} \% \right] \quad \text{Ec. 02.12}$$

c). Cálculo del agua efectiva

El agua a utilizarse en la mezcla de prueba debe incrementarse o reducirse en una cantidad igual a la humedad libre que contiene el agregado, esto es, humedad total menos absorción.

Para esto se utilizara la siguiente formula:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Aporte de humedad} \\ \text{de los agreg.} \end{array} \right] = \frac{\text{Peso agreg}}{\text{seco}} \times \left[\% \frac{\text{Contenido de}}{\text{humedad}} + \% \text{ absorcion} \right] \quad \text{Ec. 02.13}$$

Entonces:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Agua} \\ \text{efectiva} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Agua de} \\ \text{diseño} \end{array} - \frac{\text{Aporte de humedad}}{\text{de los agregados}} \right] \quad \text{Ec. 02.14}$$

d). Diseño final

Finalmente se presenta el diseño de mezcla en condiciones húmedas, los pesos de cada uno de los materiales. Para su uso en obra se determina las proporciones por bolsa de cemento. Es posible también presentar las proporciones por m3 de concreto.

e). Ajuste de las mezclas o coladas de prueba

Las proporciones de la mezcla, calculadas siguiendo las recomendaciones anteriores deben ser comprobadas, para lo cual se prepara mezclas de ensayo o de prueba con los materiales a ser empleados en obra empleando tandas reales preparadas en obra. Se realizan los ajustes a las mezclas de pruebas.

Para obtener las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con las

características deseadas, con los materiales disponibles se prepara una primera mezcla de prueba con unas proporciones iniciales que se determinan siguiendo los pasos que a continuación se indican.

A esta mezcla de prueba se le mide su consistencia y se compara con la deseada; si difieren, se ajustan las proporciones. Se prepara, luego, una segunda mezcla de prueba con las proporciones ajustadas, que ya garantiza la consistencia deseada; se toman muestras de cilindro de ella y se determina su resistencia a la compresión; se compara con la resistencia deseada y si difieren, se reajustan las proporciones. Se prepara una tercera mezcla de prueba con las proporciones reajustadas que debe cumplir con la consistencia y la resistencia deseada; en el caso de que no cumpla alguna de las condiciones por algún error cometido o debido a la aleatoriedad misma de los ensayos, se pueden ser ajustes semejantes a los indicados hasta obtener los resultados esperados.

2.8.3 Diseño de mezclas por Método ACI 211

Secuencia del método de diseños de mezclas: Método ACI 211

Este procedimiento propuesto por el comité ACI 211, está basado en el empleo de tablas confeccionadas por el Comité ACI 211; la secuencia de diseño es la siguiente:

1. Selección de la resistencia requerida (f'_{cr}). Cuando no contamos con datos estadísticos o contamos con escasos (menos de 15 ensayos), para este caso el Comité del ACI nos indica aplicar la TABLA N° 02.08 para determinar el f'_{cr} .
2. Selección del TMN del agregado grueso.
3. Selección del asentamiento TABLA N° 02.09.
4. Seleccionar el contenido de aire atrapado TABLA N° 02.10
5. Seleccionar el contenido de agua TABLA N° 02.11
6. Selección de la relación agua/cemento. TABLAS N° 02.12
7. Cálculo del contenido de cemento (5)/ (6).
8. Seleccionar el peso del agregado grueso. La TABLA N° 02.14 proporciona el valor de b/b_o , donde b_o y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.
9. Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.

10. Cálculo del volumen del agregado fino.
11. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.
12. Presentación del diseño en estado seco.
13. Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
14. Presentación del diseño en estado húmedo.

2.9 MARCO CONCEPTUAL

Cemento portland.- Es un producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de yeso natural.

Tipos de cemento portland.- a) tipo I Para usos generales en la construcción, donde no se requiere que se tenga propiedades especiales. b) tipo II es para usos de resistencia moderada a la acción de los sulfatos y moderada calor de hidratación c) tipo III en donde obras se requiera una alta resistencia inicial tipo IV para obras se requiera un bajo calor de hidratación y tipo V para obras se requiera una alta resistencia a sulfatos.

Agregados

Ambos, tanto el agregado fino como el agregado grueso, son usados para la elaboración de concretos, llamados también áridos son materias inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal etc.) y el agua formando los concretos y morteros.

Cantera.- deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción de obras civiles.

Agregado fino Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finalmente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.35mm (3/8) y que cumple con los límites establecidos con la norma NTP. 400.037.

Las arenas provienen de la desintegración natural de las rocas, y que arrastrados por corrientes aéreas o fluviales se acumula en lugares determinados.

Agregado grueso

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75mm (Nº4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma parámetros normativas, el agregado grueso puede ser grava piedra chancada.

Gravas.- Llamados también canto rodado es un conjunto de fragmentos pequeños de piedra, proveniente de la desintegración, natural de las rocas, por acción de hielo y otros agentes atmosféricos, encontrándose en corrientes en canteras y lechos de ríos depósitos en forma natural.

Piedra chancada.- se denomina al agregado grueso obteniendo por trituración artificial de rocas o grava. Como el agregado grueso se puede utilizar cualquier piedra triturada siempre que sea limpia dura y resistente.

Su función principal es dar volumen y aportar su propia resistencia. los ensayos indican que la piedra chancada o partidas da concretos ligeramente más resistentes que el canto rodado.

Granulometría.- es la clasificación de partículas por tamaño o distribución de tamaño de partículas se determina la separación con una serie de mallas normalizadas utilizadas para los agregados.

El control de granulometría se aprecia mediante gráficos en que las ordenadas representan los porcentajes acumulados que pasas la malla, y las abscisas, las aberturas correspondientes a los agregados finos y gruesos.

Porcentaje pasa 200.- Está representado por limo, arcilla y materia orgánica, este a su vez es perjudicial para el concreto y en las obras convencionales se acepta hasta un cinco por ciento de este material y en las exigentes hasta un tres por ciento, pero si existe menos del pasa 200 mejor la mezcla.

Hormigón.- El agregados denominado “hormigón” corresponde a una mezcla natural de grava y arena. El hormigón se usa para preparar concretos de baja calidad como el empleado en cementaciones corridas, sobre cimientos, falso piso, falsas zapatas, calzaduras, algunos muros, etc.

Abrasión.- es el desgaste mecánica de agregados y rocas resultantes de la fricción o impacto en la máquina de los ángeles.

Equivalente de arena.- proporción relativa del contenido de polvo fino, material arcilloso, materia limo en los suelos o agregados finos de concreto.

Absorción.- es el agua retenido en cualquier material después de un cierto tiempo de exposición (agregados gruesos y agregados finos).

Contenido de humedad.- es el volumen de agua de agregados como son fino y grueso, bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancias secas y cualquier húmedo presente.

Pesos unitarios.- Es el peso con respecto a su volumen. Tomando como volumen unitario el metro cúbico o una unidad cúbica el ensayo es realizado por peso unitario compacto o peso unitario suelto para el diseño de mezclas.

Peso específico.- Es la relación de una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material (incluyendo los poros permeables e impermeables natural del material), la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

Módulo de fineza.- es un factor empírico, obtenida de la suma dividida entre 100 los porcentajes retenidos acumulados de los siguientes tamices N°100, N° 50, N°30, N° 16, N° 8, N° 4, N°3/8.

Impurezas en el material de agregados.- son sustancias inconvenientes en el agregado como son sales solubles, cloruros, polvo, arcilla, limo etc.

Concreto.- Mezcla de material aglomerante y material fino y grueso. En algunos casos se agrega aditivos. En conclusión el concreto es la mezcla de cemento, los agregados, aire, agua formado por estos componentes.

Exudación.- Consiste en que parte del agua de mezcla tiende a elevarse a superficie del concreto recién colocado durante el proceso de fraguado.

Segregación.- Se define como la separación de los materiales que constituyen una mezcla heterogénea 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.

Trabajabilidad.- Es la propiedad que determina el esfuerzo necesario para manipular una cantidad de concreto fresco con una mínima pérdida de homogeneidad.

Curado de concreto.- proceso que consiste en controlar las condiciones ambientales durante el fraguado o endurecido del concreto.

CAPITULO III

PROPUESTA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS BANCO DE LOS MATERIALES

3.1.1 Ubicación de canteras Cutimbo y Viluyo.

3.1.2 Ubicación de cantera Cutimbo. Esta Cantera está ubicado en el Distrito de Pichacani en la Provincia de Puno y región Puno. Se encuentra en el Kilómetro 24 de la Carretera Puno-Moquegua.

Para efectos de su análisis, el banco de agregado se identifica como se ve en la fotografía aérea y se tomaron varias muestras en este lugar, se han tomado 3 calicatas en diferentes lugares al azar, pues los bancos de materiales se ubican en diferentes lugares como son llamado meandros, con las materiales de las canteras se viene extrayendo desde hace años para la ciudad de Puno, es el distrito beneficiado con estas materiales de las canteras.

En la zona de cantera se aprecia pampas con pendientes moderadas, el curso de agua es de Este a Oeste, el rio presenta de forma irregular que estas mismas hacen que formen canteras de los agregados del concreto.

En zona también se aprecia cerros en forma de mesas que esto mismos le convierte a Cutimbo en Zona turístico en el lugar existe Chullpas en forma de vasos.

Su posición geográfica de Cutimbo es:

Latitud 16° 02'2.88"S Longitud 69° 58'55.26"O Altitud 3900 msnm

Figura 03
Vista aérea de cantera Cutimbo



Fuente: Google Eart

Para efectos de su análisis, el banco de agregado se identifica como se ve en la fotografía aérea y se tomaron varias muestras en este lugar se han tomado 3 calicatas en diferentes lugares al azar, pues los bancos de materiales se ubican en diferentes lugares como son llamado meandros, es donde se extrae el material como para Distrito de Puno para la elaboración de concreto.

Como se observa en la fotografía aérea, el acceso a estos bancos de agregados es trocha carrosable, está al este de la carretera Puno – Moquegua o puente Cutimbo con una distancia de 2.89 Km un promedio al banco de materiales hasta carretera asfaltada, Se encuentra a una altitud de 3920 metros sobre el nivel del mar.

El tipo de extracción es mecánico, por lo que toda la operación es con cargador frontal. La explotación de este banco de materiales no ha sido industrializada, sin embargo se observa el ingreso de vehículos como son Volquetes, y son vendidos de acuerdo al pedido del cliente

3.1.3 Ubicación de cantera Viluyo.

Esta Cantera está ubicado en el Distrito de Pichacani en la Provincia de Puno y región Puno. Se encuentra en el Kilómetro 28 de la Carretera Puno-Moquegua y se encuentra la izquierda de la carretera a 1.88 kilómetro de la Carretera Puno-Moquegua.

En la zona de estudio las canteras son de origen sedimentario, donde la acción erosiva de las aguas pluviales, la fuerza hidráulica del río y nos proporcionan un agregado de canto rodado

Como también se observa la corriente del río en forma irregular que estos mismos nos proporciona el agregado formado meandros llamados canteras este proceso llega a formarse con transcurso de los años.

Su posición geográfica de Viluyo es:

Latitud 16° 05'20.10"S, Longitud 70° 00'27.62"O, Altitud 3920 msnm

Figura 04
Vista aérea de cantera Viluyo



Fuente: Google Eart

Para el estudio de los agregados se identifican los bancos, y son tomadas áreas de estudio, y se tomaron varias muestras en este lugar tenemos tomamos 3 calicatas en diferentes lugares al azar, pues los bancos de materiales se ubican en diferentes lugares como son llamado meandros, es donde se extrae el material como para la Ciudad de Puno, para la elaboración de concreto.

Como se observa en la fotografía aérea, el acceso a estos bancos de agregados es trocha carrosable, está al este de la carretera Puno – Moquegua Se encuentra a una altitud de 3900 metros sobre el nivel del mar.

El tipo de extracción es mecánico, por lo que toda la operación con cargador frontal. La explotación de cantera Viluyo no ha sido industrializada, sin embargo se observa el ingreso de vehículos como son Volquetes, y son vendidos de acuerdo al pedido del cliente

3.1.4 Cálculo de Potencia de la Cantera

Potencia

Es la cantidad del material existente que se pueda extraer del banco de materiales previa limpieza de su alrededores, dicha cantidad explotable puede utilizarse para diversas etapas de la construcción de la obras civiles.

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.

Calculo de la potencia de las canteras

Datos de la exploración de canteras

Cálculo de áreas

CÁLCULOS DE NÚMERO DE EFECTUAR POR Ha.		
Canteras	Cantera. Viluyo	Cantera. Cutimbo
Área la cantera por m2	26443.55	21082.55
Área la cantera por Has.	2.64	2.11

Fuente: base de datos

Potencia aprovechable de la Cantera

CÁLCULO DE POTENCIA DE LAS CANTERAS			
	und.	C.Viluyo	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
POTENCIA BRUTA EN BANCO	m3	21154.84	16866.04
Desbroce :	m3	2644.36	2108.26
POTENCIA NETA EN BANCO	m3	18510.48	14757.78
Over de la Potencia Neta :	%	18.0	10.0
POTENCIA APROVECHABLE EN BANCO	m3	15178.59	13282.00
POTENCIA NETA APROVECHABLE EN CANTERA:	m3	15178.59	13282.00

Fuente: base de datos

3.2 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

3.2.1 Explotación actual de canteras de Cutimbo y Viluyo

A) Explotación actual Cantera Cutimbo.

La explotación de esta cantera de agregado se realiza mediante la excavación mecánica, La excavación se realiza con la utilización de un cargador frontal.

Las partículas mayores como son de 2" a más son cribados en forma mecánica, es decir la explotación es con cargador frontal el material es cribado por una malla de 2" de abertura, y el material pasante sin otro tratamiento adicional es utilizado en la elaboración de concreto.

Para el agregado fino es cribado por la malla $\frac{1}{4}$ en la misma cantera para que pueda ser vendido de acuerdo al pedido.

Dicha cantera actualmente provee de material para la elaboración de concretos en la ciudad de Puno.

a). Toma de Muestras.-

Para obtener muestras del agregado sin clasificar, in situ del lecho del río, se excavó tres calicata escogiéndose para esto una zona aún no alterada por la explotación, la cual tuvo una profundidad promedio de 0.80 m con la cual se llegó al nivel freático. De dicha calicata se extrajo el material para los ensayos correspondientes ver en el anexo.

La toma de muestras es sin clasificar el agregado para tener un estudio adecuado, las muestras fueron tomadas en bolsas impermeables y limpias de 10 bolsas de 30 Kg de cada calicata, que fueron transportadas a la ciudad de Puno, para su previo análisis de laboratorio.

El proceso de muestreo ha sido tomado teniendo en consideración la Norma NTP. 400.010

A continuación presentamos el Cuadro 03.01 correspondiente a la distribución granulométrica del agregado global del material extraído de las calicatas. El propósito de análisis granulométrico global es el reconocimiento del suelo o con qué tipo de gravas o arenas estamos trabajando de estas canteras mencionadas, también podemos decir es la identificación de los agregados.

Cuadro 03.01

Granulometría de agregado global de cutimbo

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					Peso Seco Inicial : 6434.70 Peso fraccion A. fino : 723.00
2 1/2"	63.500					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100				100.00	LÍMITES DE CONSISTENCIA Límites de Atterberg Limite Líquido (L. L.) : N.P. Limite Plástico (L. P.) : N.P. Índice Plástico (I. P.) : N.P.
1"	25.400				100.00	
3/4"	19.050	782.40	12.16	12.16	87.84	CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Coeficiente de Uniformidad D10 : 0.271 Cu : 33.136 D30 : 1.248 Cc : 0.641 D60 : 8.974
1/2"	12.700	1,034.70	16.08	28.24	71.76	
3/8"	9.525	630.00	9.79	38.03	61.97	
1/4"	6.350		-			CLASIFICACIÓN DE SUELOS S.U.C.S. GW- GM AASHTO OBS
Nº 4	4.760	1,095.60	17.03	55.06	44.94	
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	160.30	9.96	65.02	34.98	
Nº 16	1.190		-	-		
Nº 20	0.840	123.60	7.68	72.70	27.30	
Nº 30	0.590		-	-		
Nº 40	0.420	200.50	12.46	85.17	14.83	
Nº 50	0.300		-	-		
Nº 60	0.250		-	-		
Nº 80	0.180		-	-		
Nº 100	0.149	141.20	8.78	93.95	6.05	
Nº 200	0.074	16.80	1.04	94.99	5.01	
BASE		80.60	5.01	100.00	-	
TOTAL		4,265.70				
% PERDIDA						

Fuente: base de datos

b). CLASIFICACIÓN DEL SUELO

De las muestras tomadas de la respectiva calicata, se ha procedido a la clasificación del suelo de la cantera Cutimbo, para lo luego ser analizado en el laboratorio como se muestra en el análisis granulométrico del agregado global:

Sistema unificado de clasificación de suelos (sucs).

Divide a los suelos en dos grupos:

a.- suelos de partículas gruesas, son aquellas en que más del 50 % son retenidos en el tamiz Nº 200, este suelo a la vez se subdivide en gravas y arenas:

Gravas.- Más de la mitad de la fracción de material grueso queda retenida en el tamiz Nº 4. Es decir de la Tamiz Nº 4 (4.76 mm) a Nº 3" (7.6 cm.).

Arenas.- Más de la mitad de la fracción de material grueso pasa el tamiz Nº 4. Tamices Nº 200 (0.074 mm.) a Nº 4 (4.76 mm.)

b.- suelos de partículas finas, son aquellos en que más del 50 %, pasa el tamiz Nº 200.

Para clasificar el suelo mediante el Método SUCS

Características de la Curva Granulométrica

1.- Coeficiente de Uniformidad (Cu)

$$Cu = D_{60} / D_{10}$$

Para gravas bien graduadas (GW): $Cu > 4$

Para arenas bien graduadas (SW): $Cu > 6$

2.- Coeficiente de Curvatura (Cc)

$$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$$

Para suelos bien graduados (W) entre 1 y 3.

Datos para la clasificación del suelo de la Cantera Cutimbo:

Límite Líquido (LL) = NP

Límite Plástico (LP) = NP

Índice Plástico (IP) = NP

Coeficiente de Uniformidad (Cu) = 32.81

Coeficiente de Curvatura (Cc) = 0.36

Teniendo el análisis granulométrico del suelo, tenemos que el porcentaje que pasa la malla N° 200 es 5.01%, por lo cual en primera instancia es un suelo de partículas gruesas, el porcentaje que queda retenido en la malla N° 4 es 55.06 %, entonces el suelo es una grava, finalmente tenemos de la clasificación de suelos, GRAVAS, ARENAS Y LIMOS, BIEN GRADUADA, con un contenido de fino entre 5% y 12 % de limo inorgánico (GW – GM).

B) Explotación actual Cantera Viluyo

La explotación de esta cantera de agregado se realiza mediante la excavación mecanizada. Y La excavación mecanizada se realiza con la utilización de un cargador frontal.

Las partículas mayores como son de 2” a más son desechadas mediante una zaranda de 2” y el material pasante es separado con la malla de ¼” para luego

clasificar como agregado grueso y agregado fino sin otro tratamiento adicional es utilizado en la elaboración de concreto.

Dicha cantera actualmente provee de material para la elaboración de concretos en la ciudad de Puno

a). Toma de Muestras.

En esta cantera se tomó las muestras sin clasificar mediante la excavación de calicatas, ya que cuando se estuvo en la cantera se encontró en algunas partes alterada, removida. Sin embargo se halló área de material que no fue removida, en donde se optó para tomar muestras de dicha cantera.

El proceso de muestreo se llevó a cabo teniendo en consideración las Normas NTP 400.010, en bolsas impermeables para no ser alterada la muestra que este mismo que fueron transportados a la ciudad de Puno para ser ensayados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos de la Municipalidad provincial de Puno.

Cuadro 03.02

Granulometría de agregado global de Viluyo

TAMICES ASTM	ABERTURA EN mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					Peso Seco Inicial : 6916.00
2 1/2"	63.500					Peso fraccion A. fino : 622.00
2"	50.600				100.00	Peso Perdido :
1 1/2"	38.100	302.50	4.37	4.37	95.63	LÍMITES DE CONSISTENCIA
1"	25.400	1,062.00	15.36	19.73	80.27	Límites de Atterberg
3/4"	19.050	564.00	8.16	27.88	72.12	Límite Líquido (L. L.) : N.P.
1/2"	12.700	780.00	11.28	39.16	60.84	Límite Plástico (L. P.) : N.P.
3/8"	9.525	302.00	4.37	43.53	56.47	Índice Plástico (I. P.) : N.P.
1/4"	6.350		-			CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 4	4.760	458.00	6.62	50.15	49.85	Coefficiente de Uniformidad
Nº 8	2.380					D10 : 0.110 Cu : 109.878
Nº 10	2.000	65.20	5.23	55.38	44.62	D30 : 0.364 Cc : 0.100
Nº 16	1.190		-			D60 : 12.091
Nº 20	0.840	18.00	1.44	56.82	43.18	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
Nº 30	0.590		-			S.U.C.S. GP-GM
Nº 40	0.420	114.00	9.14	65.96	34.04	AASHTO
Nº 50	0.300		-			
Nº 60	0.250		-			
Nº 80	0.180		-			
Nº 100	0.149	246.00	19.71	85.67	14.33	
Nº 200	0.074	104.00	8.33	94.01	5.99	OBS
BASE		74.80	5.99	100.00	-	
TOTAL		2,726.00				
% PERDIDA						

Fuente: base de datos

b). Clasificación del suelo

De las muestras tomadas de la respectiva calicata, se ha procedido a la clasificación del suelo de la cantera Viluyo, para lo cual se han realizado los análisis granulométricos:

Sistema Unificado de clasificación de suelos (sucs).

De la Curva Granulométrica

1.- Coeficiente de Uniformidad (Cu)

$$Cu = D60 / D10$$

Para gravas bien graduadas (GW): $Cu > 4$

Para arenas bien graduadas (SW): $Cu > 6$

Clasificación del suelo de la Cantera **Viluyo**:

Limite Liquido (LL) = NP

Limite Plástico (LP) = NP

Índice Platico (IP) = NP

Coeficiente de Uniformidad (Cu) = 109.88

Coeficiente de Curvatura (Cc) = 0.100

Según la granulometría del suelo, tenemos que el porcentaje que pasa la malla N° 200 es 5.99%, por lo cual en primera instancia es un suelo de partículas gruesas, el porcentaje que queda retenido en la malla N° 4 es 50.15 %, entonces el suelo es una grava, finalmente tenemos de la clasificación de suelos, GRAVAS MAL GRADUADA CON LIMOS, Y ARENAS, con un contenido de fino entre 5% y 12 % de limo inorgánico (GP – GM).

3.3 LOS AGREGADOS

El análisis de las canteras de agregados de Cutimbo y Viluyo se evaluó Las propiedades físicas y mecánicas que pueden tener diferentes propiedades que esto mismos son significativos para la resistencia del concreto.

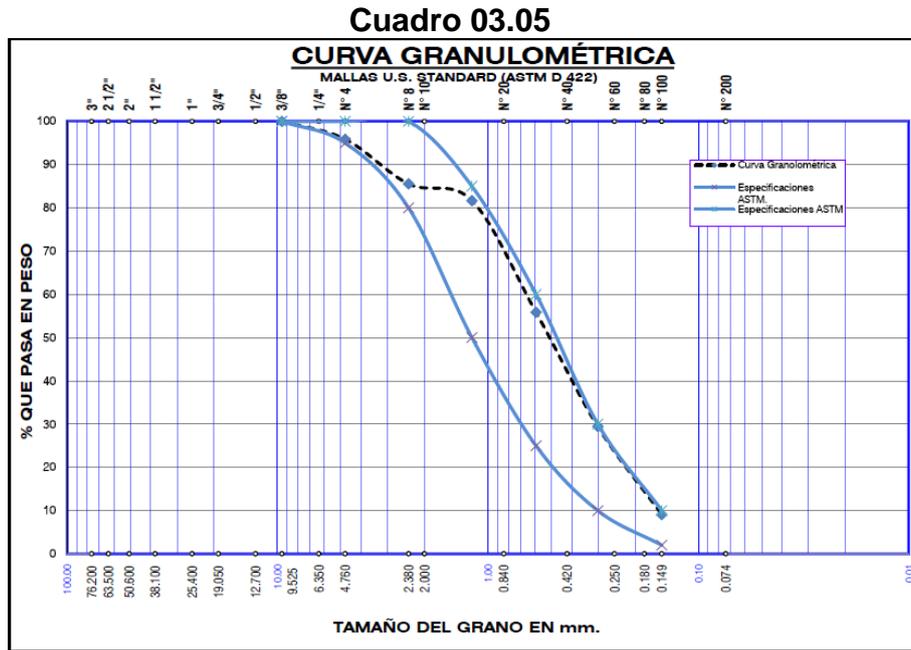
El agregado global en la norma E-060 del concreto armado acerca del agregado global, nos indica que no se podrá producir de concretos de altas resistencias mayores de 140 Kg/cm² debido a que no se estima la cantidad de agregados como son finos y gruesos, para un diseño de mezclas.

En el presente proyecto este agregado global es utilizado para identificación de las materias, que tipo de grava es que tenemos o para su respectivo identificación.

En el análisis granulométrico de agregado global de Viluyo se toma los siguientes.

b). Resultados de granulometría de agregado fino

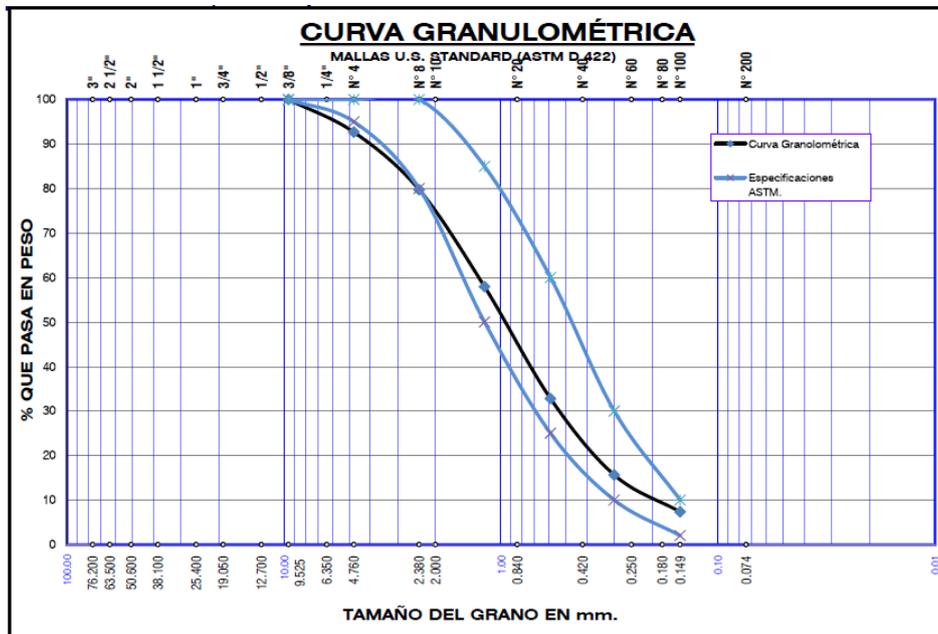
Granulometría de cantera Viluyo



Fuente: base de datos

Granulometría de cantera Cutimbo

Cuadro 03.06



Fuente: base de datos

Interpretación.- La cantera Cutimbo, entre los Tamices N° 3/8 a N° 8 presenta arena gruesa que no está dentro de las especificaciones de la Norma, mientras de la cantera Viluyo presenta con una uniformidad de finos no tiene buena gradación.

C) Módulo de fineza

	Cantera Viluyo		Cantera Cutimbo	
	Grava	Fino	Grava	Fino
Módulo de Fineza	7.16	2.43	7.3	3.14

Interpretación.- estos resultados son de muy importantes que si el agregado es el que proporcionará consistencia a la mezcla, en el presente proyecto vemos como resultado de la cantera Viluyo nos muestra el agregado fino valores entre 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad; en cambio de la cantera Cutimbo el agregado fino presenta valores altos entonces genera segregación y exudación en la mezcla de concreto.

3.3.2 Características físicas

a).Calculo de tamaño máximo nominal

	Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
tamaño máximo nominal	1 ½"	1 ½"
Material que pasa en la malla 200	5.96%	5.22%

Interpretación.- Para el diseño de mezclas es utilizado tamaño máximo nominal Que ambas canteras presentan de igual tamaño máximo nominal, en cuanto estos se consideran según la estructura que se va a colocar como indica en las especificaciones normativas para que pueda ser trabajable la mezcla. En cuando las materiales pasantes de tamiz N° 200 nos indica que el material que porcentaje presenta finos; La cantera Viluyo presenta un alto porcentaje de finos el cual nos indica que tiene polvo, arcilla, limo, y la cantera Cutimbo presenta un menor porcentaje de materia fina el cual es favorable para el concreto.

b). Peso específico y absorción

	Cantera Viluyo		Cantera Cutimbo	
	Grava	Fino	Grava	Fino
Peso específico	2.47	2.6	2.48	2.64
Absorción	2.17 %	2.39%	2.7 %	2.25%

Interpretación.- El peso específico está relacionado con la porosidad del agregado cuando más poroso sea menos será peso específico; en los datos obtenidos son mayores de 2.4 el cual obtendremos concretos normales.

En cuanto la absorción de la cantera Cutimbo tenemos valores más altos que de la otra cantera es significativa que puede retener agua en mayor porcentaje.

c). Pesos unitarios sueltos y compactados

	Cantera Viluyo		Cantera Cutimbo	
	Grava	Fino	Grava	Fino
Peso Unitario seco suelto	1.39 gr/cc	1.42 gr/cc	1.39 gr/cc	1.58 gr/cc
Peso Unitario seco compactado	1.45 gr/cc	1.53 gr/cc	1.45 gr/cc	1.65 gr/cc

Interpretación.- los datos obtenidos están relacionados con la porosidad estos pesos volumétricos son menores lo cual nos indica que tiene mayor porosidad, la Cantera Viluyo, mientras la cantera Cutimbo es menos poroso.

d). Contenido de Humedad.

	Cantera Viluyo		Cantera Cutimbo	
	Grava	Fino	Grava	Fino
Contenido de Humedad	4.4	6.43	4.35	6.97

Interpretación.- Estos Valores es 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. Es factor está en función de la ubicación de las canteras y pendientes de la cantera.

e). Equivalente de arena

	Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
EQUEVALENTE DE ARENA	59.00%	77.10%

Interpretación.- El equivalente de arena del agregado para la calidad de concreto se observa en el resultado lo siguiente; En el agregado de Viluyo es muy bajo, lo cual significa que tiene materia fina como son arcilla, limo, polvo estos mismos no es conveniente para el concreto, en cuanto la Cantera Cutimbo es favorable para la elaboración de concreto para la resistencia del concreto ensayo realizado ver en Anexo

3.3.3 Propiedad mecánica

Ensayo de abrasión “en la máquina de los ángeles”

	Und.	Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Resistencia al desgaste	%	74.07	77.55
Porcentaje de pérdida	%	25.93	22.45

Figura 03.07



Interpretación.- De la cantera Cutimbo tenemos valores altos, estos nos indica que es favorable para la elaboración de concreto, las partículas fracturadas por el factor erosiva de las agua pluviales generalmente no resisten a la abrasión, pero los agregado de esta cantera son resistentes tampoco tiene muchas fracturas.

De la cantera Viluyo es menos resistente como se muestra en los resultados, sin embargo está dentro de los límites permisibles normativas, el agregado tiene cierta cantidad de fracturas. Esto es la resistencia al impacto y a la fricción.

Según la norma NTP 400.19-ASTM C131 no deberá tener menor de 50%

3.3.4 Propiedades químicas del agregado.

En el análisis de los agregados como son de Cutimbo y Viluyo los resultados obtenidos de las muestras son las siguientes.

Resultados del laboratorio

	Unidad	Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Potencia de Hidrogeno	pH	6.80.	7.00.
Cloruros como CL	ppm	19.5	15.92
Sulfatos como SO ₄	ppm	12.14	8.36
Sales Solubles Totales	ppm	47.38	23.45
Materia Orgánica	%	2.31	2.12
carbonatos	negativo		

Fuente base de datos del laboratorio

Cumple con las especificaciones del cuadro 02.06

3.3.5 Agua para la mezcla.

Calidad de agua

La calidad de agua a ser utilizada no cumpla con uno o varios de los requisitos indicados en la tabla 02.07, 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 todo los ensayos y así como también para la elaboración de briquetas.

Para los diferentes concretos como son de Cantera Viluyo y Cantera de Cutimbo son utilizados la misma calidad de agua o sea agua potable. Así como utilizan las familias puneñas para sus respectivos mezclas para las construcciones de las viviendas Familiares.

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 la Municipalidad Provincial de Puno con previa inspección del técnico de laboratorio.

El curado de las briquetas se realizó con Agua potable, pero estas briquetas han sido curados durante 3 veces al día, durante todo el proceso necesario, debido a que las obras es curado al intemperie, generalmente las briquetas se somete bajo el agua en el laboratorio, pero para el presente proyecto es excepcional.

3.4 DISEÑO DE MEZCLAS CON CEMENTO PORTLAND TIPO IP RUMI.

El concreto está integrado o constituido por cuatro materiales o componentes esenciales, que son cemento, arena, grava y agua. La arena y la grava son conocidas con los nombres de agregados, áridos, hormigón, inertes, con todo los ensayos realizados podremos realizar el diseño de mezclas para observar comportamiento de los efectos de los agregados en la resistencia del concreto.

Por otro lado el diseño de mezclas, consiste en aplicar técnicamente los conocimientos sobre sus componentes para obtener requerimientos particulares del concreto requerido en la Obra.

En la actualidad una variedad de Método de Diseñó de Mezclas Normalizados, pero que solamente se usan en circunstancias que terminar diseñando con un solo método de diseño de mezclas.

En el presente proyecto el diseño de mezclas optamos por el método del comité 211 del **ACI** tradicionalmente como sabemos específica que al mezclar el cemento, el agua, el aire atrapado, el agregado (agregado grueso y agregado fino) obtendremos finalmente los efectos de los agregados en el concreto como podremos observar las variaciones de estas canteras.

Como sabemos, el diseño de mezclas debe ser orientado para satisfacer un objetivo en especial que garantiza la calidad del concreto. En el proyecto se ha planteado efectos de los agregados de las canteras como son Viluyo y Cutimbo para calidad de concreto.

3.4.1 Diseño de mezclas para concreto $f'c=175$ kg/cm² por el método ACI

Materiales:

a) Especificaciones.

- Se usará agua potable
- Cemento RUMI 1P Peso específico 3.15 gr/cc
- Los agregados provenientes de la cantera Viluyo y Cutimbo
- Resistencia de diseño a la compresión $f'c = 175$ Kg/cm²

b) Materiales.

Materiales	Und.	Cantera Cutimbo		Cantera Viluyo	
		Ag. Fino	Ag. Grueso	Ag. Fino	Ag. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	gr/cc		1.450		1.450
Peso Específico de la masa	gr/cc	2.64	2.470	2.64	2.48
Contenido de Humedad	%	6.64	4.400	6.97	4.35
Porcentaje de Absorción	%	6.97	2.170	2.25	2.7
Módulo de Fineza		2.25		3.14	
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.		1 1/2		1 1/2
Resistencia de diseño	Kg/Cm ²	175		175	
diseño por resistencia					

c) Calculo de resistencia promedio

Para cálculo de resistencia promedio se utilizó la siguiente tabla 02.08

d). Tamaño máximo nominal

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Tamaño máximo nominal	Tamaño máximo nominal
1 1/2"	1 1/2"

e). Selección de asentamiento.- se ha considerado con un revenimiento 3"-4" por tanto es una mezcla de consistencia Plástica. Según la tabla 02.09

f). Volumen untaría de agua

Para el cálculo de volumen unitario de agua se considera de la siguiente tabla 02.11

Los datos obtenidos son:

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
agua de diseño	Agua de diseño
181 l/m3	181 l/m3

g). Selección del contenido de aire.- para el cálculo de la siguiente del contenido de aire se utiliza la siguiente tabla 02.10

Entonces el contenido de aire tenemos

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Contenido de aire atrapado en el concreto	Contenido de aire atrapado en el concreto
1.00%	1.00%

h). Relación de agua cementos

Estos datos es extraído de tabla 211 del ACI según las norma técnica 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 dato por resistencia de la tabla 02.12. 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.

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
relación de agua cemento	relación de agua cemento
0.63	0.63

i). Factor cemento

FC=Vol. Unitario de agua / relación de agua cemento

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
factor cemento	factor cemento
288 Kg/cm ³	287 Kg/cm ³

J). Calculo 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.

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
1098 Kg/m ³	995 Kg/m ³

k). Calculo 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.

i). Cálculo de contenido de agregado fino

Es cálculo es el con el 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 y como resultado tenemos.

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
710 Kg/m ³	834 Kg/m ³

j). Calculo de valores de diseño

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

Materiales de concreto		Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Componentes	Unidad	Materiales	Materiales
Cemento	Kg/m ³	288	287
Agua de diseño	l/m ³	181	181
Agregado fino seco	Kg/m ³	710	834
Agregado grueso seco	Kg/m ³	1098	995

K). Corrección por humedad

Se corrige por humedad para cuantificar agua de mezcla en porciones calculas esto es corregido como los agregados finos y gruesas como también cambia la cantidad de agua a mezclar. Es el producto de valores de diseño y el porcentaje de humedad. Luego de este cálculo se efectúa el cálculo de humedad superficial del agregado, que viene ser la diferencia de absorción y humedad. Estos resultados son sumados y restado con agua de diseño.

		Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Componentes	Unidad	Materiales	Materiales
Cemento	Kg/m ³	288	287
Agua de diseño	l/m ³	128	125
Agregado fino seco	Kg/m ³	756	892
Agregado grueso seco	Kg/m ³	1146	1038

m). Proporciones del diseño de mezcla en peso

Las proporciones finales tenemos los siguientes

		Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Componentes	Unidad	Materiales	Materiales
Cemento	Kg/m ³	1.00	1.00
Agregado fino	l/m ³	2.63	3.11
Agregado grueso	Kg/m ³	3.98	3.62
Agua de efectiva en lit/saco	Kg/m ³	18.90	18.50

Como se puede observar en el siguiente resultado las variaciones que presenta en estas canteras en estudio. La cantera Cutimbo tiene más agregado fino debido a que no tiene en módulo de fineza es alto, en cambio la cantera Viluyo es muy bajo su módulo de fineza, en cuando al agregado grueso de cantera Cutimbo es menos que de cantera Viluyo porque varía en función de agregado fino.

3.4.2 Diseño de mezclas por resistencia para concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

c) Especificaciones.

- Se usará agua potable
- Cemento RUMI 1P Peso específico 3.15 gr/cc
- Los agregados provenientes de la cantera Viluyo y Cutimbo
- Resistencia de diseño es 210Kg/cm²

d) Materiales.

Materiales	Und.	Cantera Cutimbo		Cantera Viluyo	
		Ag. Fino	Ag. Grueso	Ag. Fino	Ag. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	gr/cc		1.450		1.450
Peso Específico de la masa	gr/cc	2.64	2.48	2.60	2.47
Contenido de Humedad	%	6.97	4.35	6.43	4.40
Porcentaje de Absorción	%	2.25	2.70	2.39	2.17
Módulo de Fineza		3.14		2.43	
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.		1 1/2		1 1/2
Diseño de resistencia	Kg/Cm2	210		210	
diseño por resistencia					

c) Calculo de resistencia promedio

Para cálculo de resistencia promedio se utilizó la siguiente tabla 02.08

d). Tamaño máximo nominal

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Tamaño máximo nominal	Tamaño máximo nominal
1 1/2"	1 1/2"

e). Selección de asentamiento.- se ha considerado con un revenimiento 3"-4"

f). Volumen untaría de agua

Para el cálculo de volumen unitario de agua se considera de la siguiente tabla 02.11

Los datos obtenidos son:

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
agua de diseño	Agua de diseño
181 l/m3	181 l/m3

g). Selección del contenido de aire.- para el cálculo de la siguiente del contenido de aire se utiliza la siguiente tabla 02.10

Entonces el contenido de aire tenemos

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Contenido de aire atrapado en el concreto	Contenido de aire atrapado en el concreto
1.00%	1.00%

h). Relación de agua cementos

Estos datos es extraído de tabla 211 del ACI según las norma técnica 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 dato por resistencia de la tabla 02.12. 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.

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
relación de agua cemento	relación de agua cemento
0.56	0.56

i). Factor cemento

FC=Vol. Unitario de agua / relación de agua cemento

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
factor cemento	factor cemento
323 Kg/cm ³	323 Kg/cm ³

J). Calculo 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.

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
1098 Kg/m ³	995 Kg/m ³

k). Calculo 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.

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

Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
681 Kg/m ³	806 Kg/m ³

j). Calculo de valores de diseño

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

		Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Componentes	Unidad	Materiales	Materiales
Cemento	Kg/m ³	323	323
Agua de diseño	l/m ³	181	181
Agregado fino seco	Kg/m ³	681	806
Agregado grueso seco	Kg/m ³	1098	995

K). 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

		Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Componentes	Unidad	Materiales	Materiales
Cemento	Kg/m ³	323	323
Agua de diseño	l/m ³	129	127
Agregado fino seco	Kg/m ³	725	862
Agregado grueso seco	Kg/m ³	1146	1038

m). Proporciones del diseño de mezcla en peso

Las proporciones finales tenemos los siguientes

		Cantera Viluyo	Cantera Cutimbo
Componentes	Unidad	Materiales	Materiales
Cemento	Bol.	1.00	1.00
Agregado fino	lt/m ³	2.24	2.67
Agregado grueso	Kg/m ³	3.55	3.21
Agua de efectiva en lit/saco	Lt.	17.00	16.7

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

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.

Discusión de resultados

- Los efectos de los agregados naturales en la calidad de concreto con la cantera Cutimbo llegamos a obtener una resistencia de promedio de 95.73 %, debido al contenido de materias finas como son polvo, arcilla, limo, etc. En la teoría se dice que el mínimo porcentaje de resistencias debe llegar a un 95%, entonces llegamos a una resistencia mínima según la teoría. Mientras de la cantera Viluyo llegamos obtener una resistencia de 84.44%, puesto que no llegamos obtener una resistencia deseada ni como los requerimientos de la teoría, este resultado es debido al alto contenido de material finas como también a la calidad de materias de la cantera.
- En las propiedades físicas mecánicas de los agregados naturales para la calidad de concreto con la cantera **Cutimbo** se han obtenido el módulo de fineza 3.14, es debido a que el agregado fino consta de arena gruesa, según las recomendaciones que debe estar entre 2.2 – 2.8 para que la mezcla sea trabajable, entonces la arena de esta cantera no será trabajable pudiendo ocurre la segregación y la exudación. Pero en cuanto la resistencia de este material es bastante favorable porque la resistencia a la abrasión llegamos obtener 77.55%, mientras en la teoría se dice que el mínimo no debe ser de menor de 50%. Como también hablamos el porcentaje que pasa la malla N° 200 llegamos obtener un 5.22%, debido a que tiene cierta cantidad de materia fina llegamos a exceder un 0.22 %, según el límite permisible de la teoría no deberá exceder 5%, Además se obtuvo los pesos específicos del agregado fino es 2.64 gr/cc y agregado grueso 2.48 gr/cc este resultado es debido a la calidad de las partículas del agregado que no tuvo mucha porosidad estos agregados son sólidos y resistentes, en la teoría nos dice que no deberá ser menor de 2.4 gr/cc entonces el agregado de la cantera Cutimbo es óptimo para el diseño de mezclas.
- Haciendo el análisis agregados naturales para la calidad de concreto con la cantera **Viluyo** se han obtenido el módulo de fineza 2.43 es debido a que el agregado fino consta de arena fina, según la teoría que debe estar entre 2.2 – 2.8, entonces la arena de esta cantera es trabajable para la mezcla, la exudación y segregación es mínima en la mezcla de concreto fresco. Como también el agregado se sometió a La resistencia por abrasión llegamos

obtener 74.04%, es debido a la calidad del material, mientras en la teoría se dice que el mínimo no debe ser de menor de 50%. Como también hablamos el porcentaje que pasa la malla N° 200 llegamos a obtener un 5.96% debido a que tiene cantidad de materia fina como son limo, Arcilla, polvo entre otros llegamos a exceder 0.96 %, según el límite permisible, pero en la teoría no deberá exceder 5%, Además se obtuvo los pesos específicos del agregado fino es 2.60gr/cc y agregado grueso 2.47 gr/cc, este resultado es debido a la calidad de las partículas del agregado, de cierto modo no tuvo mucha porosidad, en la teoría nos dice que no deberá ser de menor de 2.4 gr/cc, entonces el agregado de la cantera Viluyo son mayores que el recomendado.

- La calidad de los agregados de las canteras como son Cutimbo y viluyo existen diferencias entre estas, si hablamos de resistencias por abrasión ambas presentan de buena resistencia y son de mayores de 50%, según las recomendaciones normativas, pero la mayor resistencia que obtuvimos de cantera Cutimbo. Como también mencionaremos de la granulometría el porcentaje que pasa el Tamiz N° 200 ambas presentan con materias finas se encuentran entre 5-12% es debido a que tiene materias como son limo, polvo, arcilla, pero con bastante materia fina se encontró de la cantera Viluyo, en teoría nos recomienda como máximo 5%. Si hablamos de los pesos específicos de ambas canteras presentan valores mayores de lo recomendado esto es favorable para elaboración de concreto, como se dice en la teoría no deberán ser de menores de 2.4 gr/cc. Sin embargo la mejor calidad de agregados presenta de la cantera Cutimbo.

Con todas las propiedades físicas mecánicas de ambas canteras se han evaluado, sin embargo presentan diferencias de calidades de los agregados de estas canteras, la más adecuada para el diseño de mezclas se han demostrado de la cantera cutimbo.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 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 04.01.

TABLA 04.01

DISPERSION TOTAL					
CLASE DE OPERACION	DESVIACION STANDARD PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL				
	EXELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
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
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACION	COEFICIENTE DE VARIACION (V_t), PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL				
	EXELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
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.

4.1.1 Cálculo de la distribución normal

Para conceptualizar la distribución probabilidades o normal se define algunos conceptos

Variabes 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.

Distribución de probabilidades ó 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.

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.

Distribución normal o distribución 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. Es nos permite proporcionar aproximaciones a la 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:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2*\pi}} e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad Ec.04.01$$

Dónde:

σ = 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)

μ = Media.- Es llamado también media aritmética que Nos proporciona una idea del lugar donde están concentrados los valores que toma la variable

σ^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.

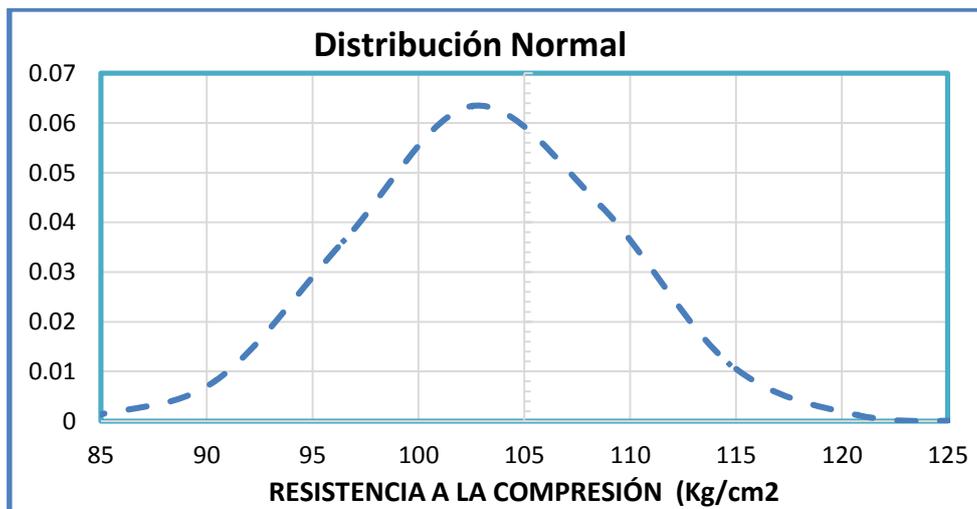
a). Pruebas realizadas de las briquetas con una edad de 7 días y como son de las canteras Cutimbo y Viluyo

Diseño de concreto de la cantera Viluyo $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$

Datos de la resistencia a la compresión a los 7 días de Viluyo:

Nº de probetas de Prueba	Resistencia a la compresión (F'c)
Código 1 Nº 01	F'c= 103.34 Kg/cm ²
Código 1 Nº 02	F'c= 95.33 Kg/cm ²
Código 1 Nº 03	F'c= 110.67 Kg/cm ²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	103.34	0.23	0.05
	95.33	-7.78	60.58
	110.67	7.56	57.10
MEDIA	103.11		117.73
VARIANZA σ^2			39.245
DESVIACIÓN ESTANDAR σ			6.265
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			6.075



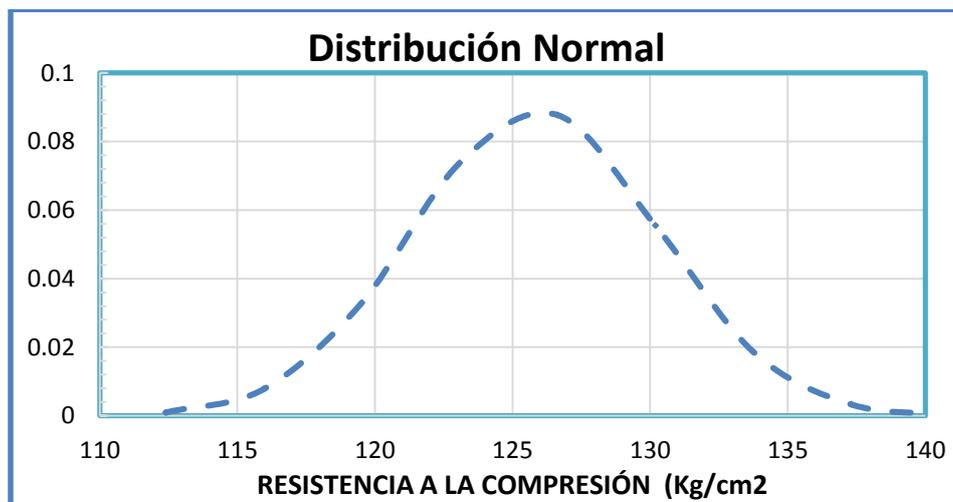
Interpretación.- De la cantera Viluyo tenemos a la edad de 7 días una desviación estándar menor a 14, es considerado de acuerdo de la tabla 04.01, un coeficiente de variación de 6.07 considerado como deficiente. Con mayor dispersión entre sus datos Tal como muestra la representación gráfica. Entonces como conclusión la calidad es deficiente

b). Diseño de concreto con agregado de la cantera Viluyo $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Datos de la resistencia a la compresión a los 7 días de Viluyo:

Nº de probetas de Prueba	Resistencia a la compresión (F'c)
Código 2 N° 01	F'c= 119.54 Kg/cm ²
Código 2 N° 02	F'c= 128.38 Kg/cm ²
Código 2 N° 03	F'c= 129.58 Kg/cm ²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	119.54	-6.29	39.61
	128.38	2.55	6.49
	129.58	3.75	14.04
MEDIA	125.83		60.13
VARIANZA σ^2			20.043
DESVIACIÓN ESTANDAR σ			4.477
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			3.558



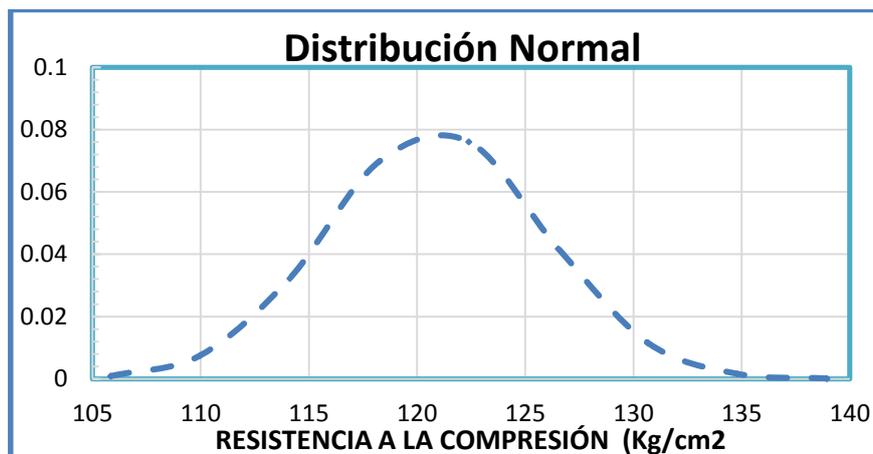
Interpretación.- De la cantera Viluyo tenemos a la edad de 7 días, con una desviación estándar menor a 14, considerado como excelente según la tabla 04.01, un coeficiente de variación de 3.56 considerado como bueno de la misma tabla. Con una dispersión moderada entre sus datos. Como se ve en la gráfica de distribución normal, y como conclusión tenemos bueno

c). Diseño de Concreto con agregado de la cantera Cutimbo $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$

Datos de la resistencia a la compresión a los 7 días de Cutimbo:

Nº de probetas de Prueba	Resistencia a la compresión (F'c)
Código 3 N° 01	F'c= 125.58 Kg/cm ²
Código 3 N° 02	F'c= 113.93 Kg/cm ²
Código 3 N° 03	F'c= 123.02 Kg/cm ²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	125.58	4.74	22.44
	113.93	-6.91	47.79
	123.02	2.18	4.74
MEDIA μ	120.84		74.97
VARIANZA σ^2			24.989
DESVIACIÓN ESTANDAR σ			4.999
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			4.137



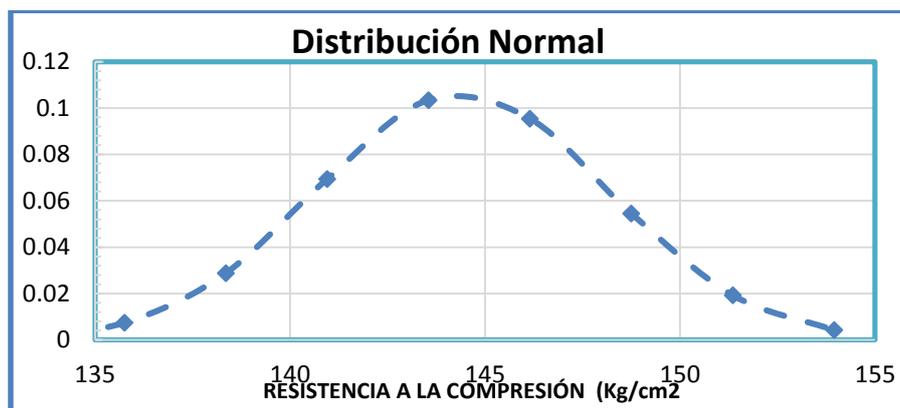
Interpretación.- De la cantera Cutimbo tenemos la resistencia de briquetas a la edad de 7 días, con una desviación estándar menor a 14, considerado como excelente, un coeficiente de variación de 4.137 considerado como bueno según la tabla 04.01. Con una dispersión moderada entre sus datos. Como se ve en la gráfica de distribución normal, y como conclusión tenemos considerando bueno.

d). Diseño de concreto con agregado de la cantera Cutimbo $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Datos de la resistencia a la compresión a los 7 días de Cutimbo:

Nº de probetas de Prueba	Resistencia a la compresión (F'c)
Código 4 N° 01	F'c= 139.45 Kg/cm ²
Código 4 N° 02	F'c= 145.28 Kg/cm ²
Código 4 N° 03	F'c= 148.52 Kg/cm ²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	139.45	-4.97	24.67
	145.28	0.86	0.75
148.52	4.10	16.84	
MEDIA μ	144.42		42.25
VARIANZA σ^2			14.083
DESVIACIÓN ESTANDAR σ			3.753
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			2.599



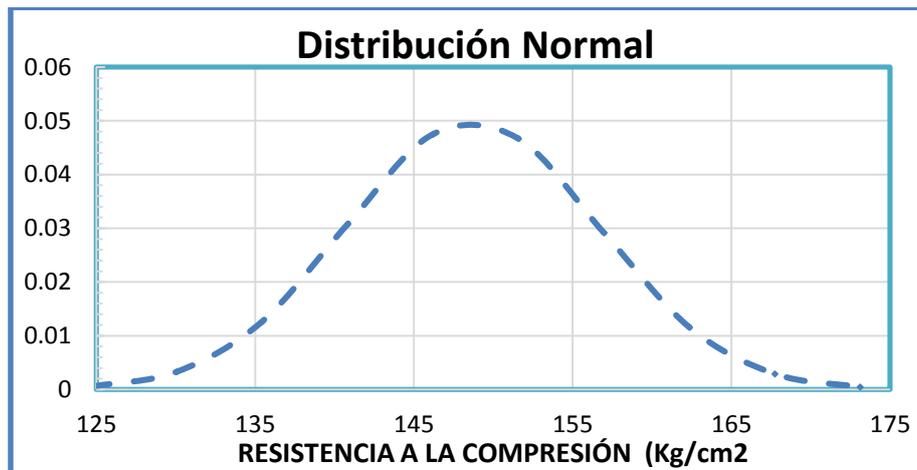
Interpretación.- De la cantera Cutimbo tenemos la resistencia a la edad de 7 días, con una desviación estándar menor a 14, considerado como excelente, un coeficiente de variación de 2.599 considerado como muy bueno según la tabla 04.01, la dispersión se presenta mínima entre sus datos. Tal como muestra en la distribución normal, y como conclusión tenemos óptimo con la cantera diseñada.

e). Diseño de concreto con agregado de la cantera Viluyo $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Datos de la resistencia a la compresión a los 28 días de Viluyo:

Nº de probetas de Prueba	Resistencia a la compresión (F'c)
Código 1 N° 01	F'c= 152.03 Kg/cm ²
Código 1 N° 02	F'c= 137.65 Kg/cm ²
Código 1 N° 03	F'c= 156.37 Kg/cm ²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	152.03	3.35	11.20
	137.65	-11.03	121.73
	156.37	7.69	59.08
MEDIA	148.68		192.02
VARIANZA σ^2			64.006
DESVIACIÓN ESTANDAR σ			8.000
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			5.381



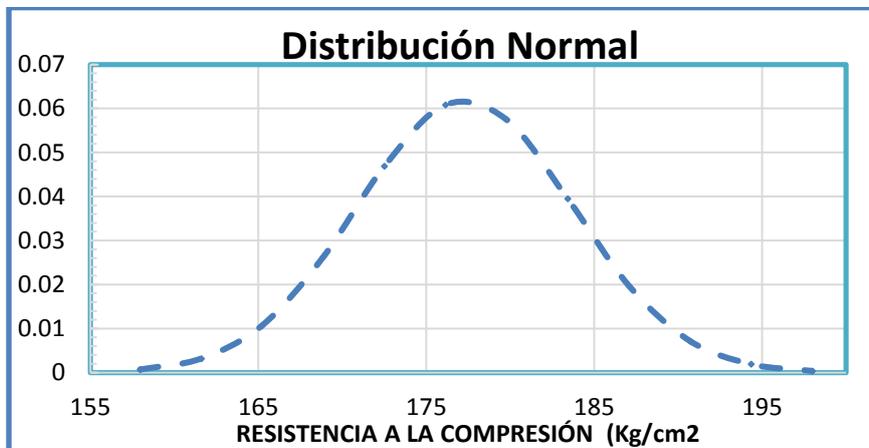
Interpretación.- De la cantera Viluyo tenemos a la edad de 28 días con la resistencia obtenida a la compresión, con una desviación estándar menor a 14, es considerado excelente según la tabla 04.01, un coeficiente de variación de 5.381 es considerado deficiente de la misma tabla. La dispersión entre sus datos es mayor. Como se ve en la distribución normal, y como conclusión tenemos que no es óptimo.

f). Diseño de Concreto con agregado de la cantera Viluyo $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Datos de la resistencia a la compresión a los 28 días de Viluyo:

Nº de probetas de Prueba	Resistencia a la compresión (F'c)
Código 2 N° 01	F'c= 184.66 Kg/cm ²
Código 2 N° 02	F'c= 168.96 Kg/cm ²
Código 2 N° 03	F'c= 178.34 Kg/cm ²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	184.66	7.34	53.88
	168.96	-8.36	69.89
	178.34	1.02	1.04
MEDIA	177.32		124.81
VARIANZA σ^2			41.602
DESVIACIÓN ESTANDAR σ			6.450
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			3.637



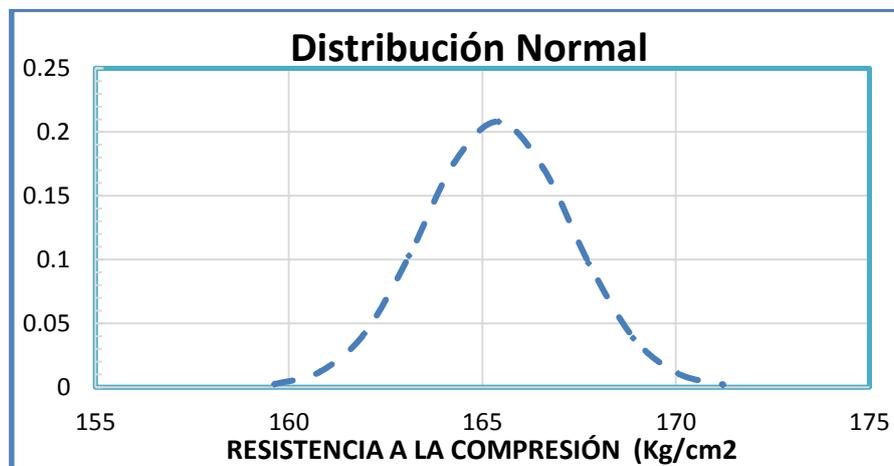
Interpretación.- De la cantera Viluyo tenemos a la edad de 28 días, con una desviación estándar menor a 14, es excelente, un coeficiente de variación de 3.637 es bueno según la tabla 04.01, y la dispersión de los datos es moderado. Como se ve en la gráfica de distribución normal, y concluimos el diseño para esta resistencia es óptimo.

g). Diseño de concreto con agregados de la cantera Cutimbo $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Datos de la resistencia a la compresión a los 28 días de Cutimbo:

Nº de probetas de Prueba	Resistencia a la compresión (F'c)
Código 3 N° 01	F'c= 165.17 Kg/cm ²
Código 3 N° 02	F'c= 167.83 Kg/cm ²
Código 3 N° 03	F'c= 163.15 Kg/cm ²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	F'c (Xi)	(Xi-U)	(Xi-U) 2
	165.17	-0.21	0.05
	167.83	2.45	5.99
	163.15	-2.23	4.99
MEDIA	165.38		11.02
VARIANZA σ^2			3.673
DESVIACIÓN ESTANDAR σ			1.917
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			1.159



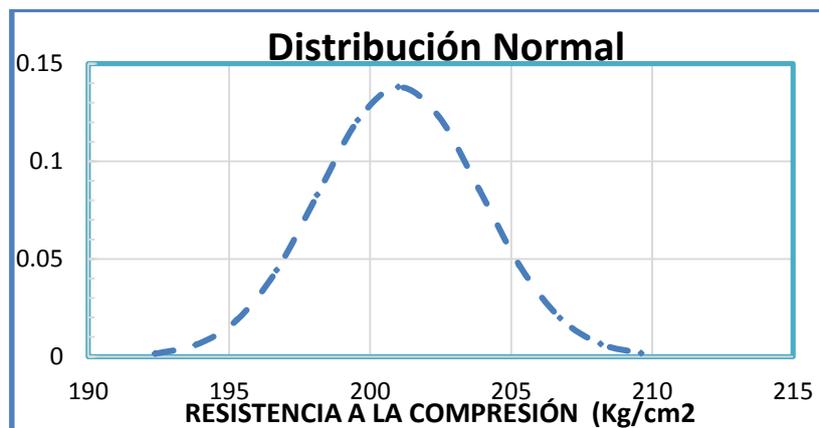
Interpretación.- De la cantera Cutimbo tenemos a la edad de 28 días, la prueba de resistencia obtenida en el laboratorio, según estadísticamente resulta con una desviación estándar menor a 14, es excelente, un coeficiente de variación de 1.992 es excelente según la tabla 04.01, la dispersión de los datos es mínima. Como se Muestra gráfica de Distribución normal, entonces el uso de este agregado es excelente o es óptimo

h). Diseño de concreto con agregado de la cantera Cutimbo $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Datos de la resistencia a la compresión a los 28 días de Cutimbo:

Nº de probetas de Prueba	Resistencia a la compresión ($F'c$)
Código 4 Nº 01	$F'c= 202.19 \text{ Kg/cm}^2$
Código 4 Nº 02	$F'c= 203.86 \text{ Kg/cm}^2$
Código 4 Nº 03	$F'c= 197.07 \text{ Kg/cm}^2$

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DE LAS 3 PROBETAS	$F'c$ (X_i)	$(X_i - U)$	$(X_i - U)^2$
	202.19	1.15	1.32
	203.86	2.82	7.95
	197.07	-3.97	15.76
MEDIA	201.04		25.04
VARIANZA σ^2			8.345
DESVIACIÓN ESTANDAR σ			2.889
COEFICIENTE DE VARIACIÓN VT			1.437



Interpretación.- De la cantera Cutimbo tenemos a la edad de 28 días, según la estadística su desviación estándar menor a 14, es excelente, un coeficiente de variación de 1.437 es excelente según la tabla 04.01, 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 excelente o es óptimo.

4.1.2. PRUEBA DE HIPOTESIS

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 éste análisis se introducirá la prueba de hipótesis que es un enfoque diferente. En éste 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.

Pasos para la prueba de hipótesis.

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

2. Establecer la hipótesis nula (Ho).- 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. Especificar una apropiada hipótesis alternativa (H1).- Existen dos clases de hipótesis alternativa:

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 ser “no es igual a”

Hipótesis unilaterales.- Donde $H_1: u_1 < u_2$, que significar 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 significar 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.

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%

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 ser dos poblaciones en estudio

$$Z_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\left[\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right]}} \quad \text{Ec.04.02}$$

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

$$\mu_1 - \mu_2 \text{ y varianza } \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \quad \text{Ec.04.03}$$

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

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 5)

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 de muestras realizadas es de la cantera Viluyo y la segunda de muestras realizada de la Cantera Cutimbo, con medias y varianzas conocidas, para lo cual se quiere analizar si existe la diferencias 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 $H_0: \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alternativa $H_1: \mu_1 < \mu_2$, se rechaza al H_0 , entonces la muestra de cantera Cutimbo es mayor que de la Viluyo

Para la construcción de la prueba se va a hacer uso del estadístico de prueba Z.

Dónde:

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

μ_1 = Media de la distribución normal de la cantera Viluyo

μ_2 = Media de la distribución normal de la cantera Cutimbo

σ_1^2 = Varianza de la distribución normal de la cantera Viluyo

σ_2^2 = Varianza de la distribución normal de la cantera Cutimbo

n_1 = Número de muestras de la cantera Viluyo.

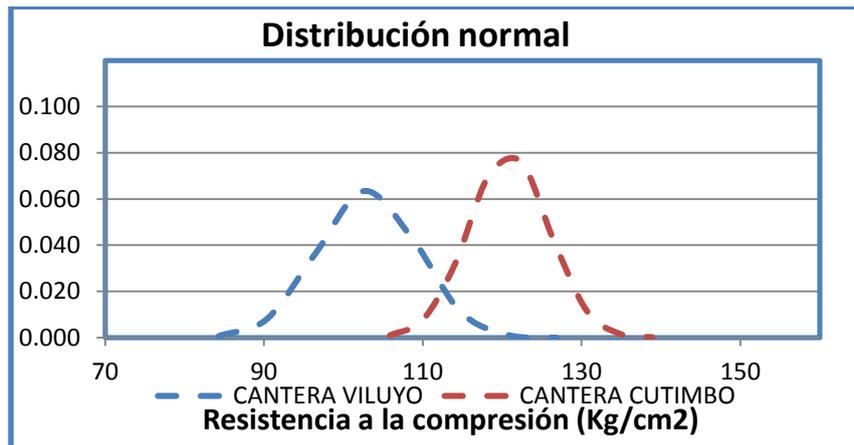
n_2 = Numero de muestras de la cantera Cutimbo

Nivel de significancia: Es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera se denota mediante la letra griega α , 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 0.5, que significa que se tiene el 95% de seguridad de no equivocarse y solo un 5% en contra. En términos de probabilidad,

a). Pruebas realizadas con una edad de 7 días de cantera cutimbo y viluyo.

Para las pruebas que se realizará a los primeros 7 días, el diseño es por resistencia y con una $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$; de estas Canteras que tendremos detalladamente comparando las resistencias obtenidas en el laboratorio. Detallamos lo siguiente:

Diseño por Resistencia.



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 Viluyo 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 Viluyo es menos que de la cantera Cutimbo

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:

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

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 Estadística

Puntuación Z	Distancia de Z a la media	área de la parte mayor	área de la parte menor
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 obtiene interpolando de 0.05, el valor de Z ser 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

$U_1 = 103.11$; Valor de la media de las pruebas de cantera Viluyo con $F'c=175\text{Kg/cm}^2$

Obtenido a los 7 días de la edad de las probetas.

$U_2 = 120.84$; Valor de la media de las pruebas de la cantera Cutimbo con

$F'c=175\text{Kg/cm}^2$ Obtenido a los 7 días de las probetas

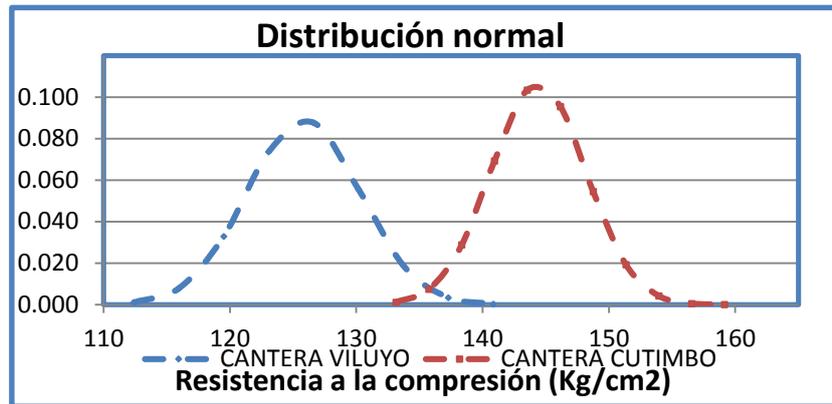
$\sigma_1^2 = 39.245$; Valor de la varianza obtenida de la Cantera Viluyo con $F'c = 175$
 175Kg/cm^2 Obtenido a los 7 días de la edad de las probetas.

$\sigma_2^2 = 24.989$; Valor de la varianza obtenida de la Cantera Cutimbo con $F'c = 175$
 175Kg/cm^2 Obtenido a los 7 días de la edad de las probetas.

$$Z_0 = \frac{103.11 - 120.84}{\sqrt{\left[\frac{39.245}{3} + \frac{24.989}{3} \right]}} \quad Z_0 = -5.78$$

8.- Se concluye que $Z_0 = -5.78$ 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 de que los concretos elaborados con el agregado de la Cantera Cutimbo es más resistente que la cantera Viluyo 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



- 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 Cutimbo es mayor del Viluyo
- 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:

$$Z_0 = 1.645$$

Rechazar $H_0: u_1 = u_2$ si $Z_0 = -1.645$

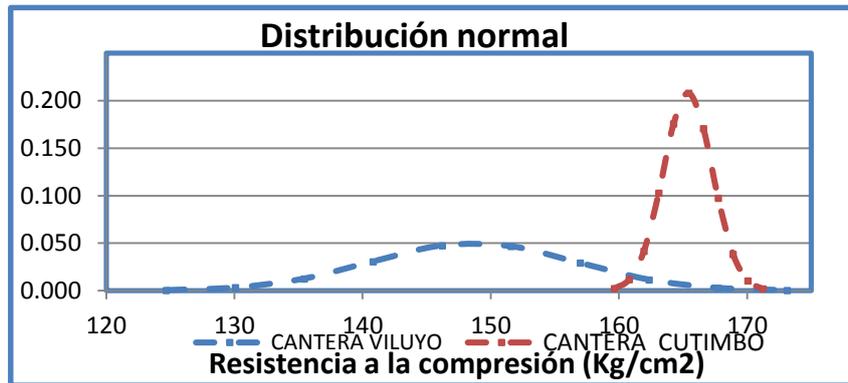
7.- Examinando Z_0

$$U_1 = 125.83; U_2 = 144.42 \quad \text{y} \quad \sigma_1^2 = 20.043; \sigma_2^2 = 14.083$$

$$Z_0 = \frac{125.83 - 144.42}{\sqrt{\left[\frac{20.043}{3} + \frac{14.083}{3} \right]}} \quad Z = -8.43$$

8.- Se concluye que $Z_0 = -8.43$ 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 Cutimbo es mejor de la cantera Viluyo a los 7 días con el diseño por resistencia.

c). Resistencia a la compresión con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 28 días



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 Cutimbo es mayor del Viluyo

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 $Z_0 = -1.645$

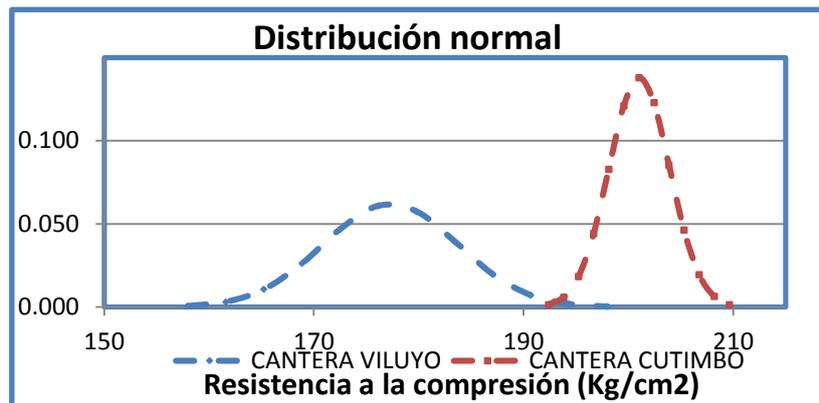
7.- Examinamos de Z_0

$$U_1 = 148.68; U_2 = 165.38 \quad \text{y} \quad \sigma_1^2 = 64.01; \sigma_2^2 = 3.673$$

$$Z_0 = \frac{148.68 - 165.38}{\sqrt{\left[\frac{64.01}{3} + \frac{3.673}{3} \right]}} \quad Z = -5.37$$

8.- Se concluye que $Z_0 = -5.37$ 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 Cutimbo es mayor que de la cantera Viluyo a los 28 días con en su resistencia final.

d). Resistencia a la compresión con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la edad de 28 días



1.- La magnitud de diferencia entre las resistencias Promedio $\mu_2 - \mu_1$.

2.- Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 = \mu_2$

3.- Hipótesis alternativa $H_1: \mu_1 < \mu_2$, se rechaza al H_0 , entonces muestra de la cantera Cutimbo es mayor del Viluyo

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 $H_0: \mu_1 = \mu_2$ si $Z_0 = -1.645$

7.- Examinamos Z_0

$$U_1 = 177.32; U_2 = 201.04 \quad \text{y} \quad \sigma_1^2 = 41.602; \sigma_2^2 = 8.345$$

$$Z_0 = \frac{177.32 - 201.04}{\sqrt{\left[\frac{41.602}{3} + \frac{8.345}{3} \right]}} \quad Z = -8.88$$

8.- Se concluye que $Z_0 = -8.88$ es < -1.645 se rechaza al $H_0: \mu_1 = \mu_2$ con un nivel de significancia de 0.05, entonces que la resistencia de probeta elaborada de la Cantera de Cutimbo es mayor que de la cantera Viluyo a los 28 días en su resistencia final.

e). Conclusión parcial

Cuadro 04.01

CUADRO DE CONCLUSIÓN ESTADÍSTICA			
CANTERAS	EDAD EN DIAS	RESISTENCIAS Kg/cm ²	CONCLUSIONES PARCIALES
Cutimbo	7	175	Que $Z_0 = -5.78$ es < -1.645 , se rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Cutimbo, es más resistente que de la cantera Viluyo a la edad de 7 días de rotura.
Viluyo	7	175	
Cutimbo	28	175	Que $Z_0 = -4.42$ es < -1.645 , se rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Cutimbo, es más resistente que de la cantera Viluyo a la edad de 28 días
Viluyo	28	175	
Cutimbo	7	210	Que $Z_0 = -8.43$ es < -1.645 , se rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Cutimbo, es más resistente que de la cantera Viluyo a la edad de 7 días de rotura
Viluyo	7	210	
Cutimbo	28	210	Que $Z_0 = -8.88$ es < -1.645 , se rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2$ con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que las briquetas elaboradas con el agregado de la Cantera de Cutimbo, es más resistente que de la cantera Viluyo a la edad de 28 días.
Viluyo	28	210	

Fuente: elaboración propia

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 medio ambiente y curadas solo tres veces al día. Concluyendo en todos los casos de las pruebas estadísticas han demostrado de la cantera de Cutimbo tiene mayor resistencia que alcanzó, en este presente proyecto, en cuando el agregado de la Cantera Viluyo no alcanzó la resistencia deseada. Entonces con todas las pruebas realizadas estadísticamente es óptimo el diseño con el material de la cantera Cutimbo, mientras con Canteras Viluyo es deficiente. Todo los probetas elaborados han sido con el cemento puzolánico 1P.

4.2 VIABILIDAD SOCIAL- TÉCNICA Y ECONÓMICA

4.2.1 VIABILIDAD SOCIAL

a) Departamento de Puno.

El desarrollo territorial del departamento está condicionada por la gran diversidad geográfica, ecológica y climática y, por otra parte, de las distintas formaciones socioeconómicas que se han desplazado a lo largo de la historia, los cuales han constituido el factor determinante para la formación de estructuras regionales y circuitos turísticos del espacio territorial puneño, que derivan de dos factores:

- Territorios que se sostienen del dinamismo de las economías urbanas, a partir de las ciudades.
- Territorios en donde la fuerza económica predominante es la explotación de recursos naturales o la actividad primaria.

Ubicación geográfica y límites

El departamento de Puno, se encuentra ubicada al Sureste de la República del Perú, entre las coordenadas geográficas 13° 00' 00" y 17 ° 17' 30" Latitud Sur y los 71° 06' 57" y 68° 48' 46" Longitud Oeste del meridiano de Greenwich; sus límites son:

- Por el Norte, con la región de Madre de Dios
- Por el Sur, con la región de Tacna
- Por el Este, con la República de Bolivia
- Por el Oeste, con las regiones de Cusco, Arequipa y Moquegua

El departamento de Puno, de acuerdo a los datos de INEI, tiene una extensión de 71,999.00 Km², que representa el 5.6% de la superficie nacional. Las provincias más extensas son: Carabaya (18.31%), Sandía (17.7%) y Puno (9.69%).

Población.

En los Censos Nacionales 2007: En la región puno la población aproximada fue 1'320,075 habitantes en toda sus Provincias

b). Provincia de Puno.

Ubicación

La provincia de Puno, ocupando un área de 6,492.60 km², dentro del denominado ecosistema Altiplánico entre los ramales Occidental y Oriental de la Cordillera de los Andes, donde se distingue un área de influencia del Lago

Titicaca constituido en 60% por pampas, llanuras o praderas y en 40% por pendientes y quebradas. Su formación ecológica predominante es el bosque húmedo montano (pajonal andino).

Límites

- Este: Provincia de El Collao y el lago Titicaca
- Norte: Provincia de San Román, Huancané y parte del Lago Titicaca
- Sur: Provincia de El Collao y Dpto. Moquegua
- Oeste: Dpto. de Moquegua y Provincia de San Román

Superficie.

La provincia tiene una superficie aproximada de 6,492.60 km², distribuidos entre distritos, comunidades campesinas, centros poblados y parcialidades. Está conformado por 15 distritos.

Poblacional a Nivel Provincial.

La población Provincia de Puno presenta características muy particulares con respecto al promedio de la población Regional, como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 04.02

Superficie y densidad poblacional de la provincia de Puno

Nº	DISTRITO	Coordenadas		Rango Altitudinal		Poblac. (En miles de Hab.)		Superficie (Km2)		Dens. Poblac. (Hab/Km ²)
		Latitud S	Longitud O	msnm	Region	(Hab.)	(%)	(Km2)	(%)	
1	Puno	15°50'15"	71°01'18"	3827	Sierra	125,663.0	54.8%	460.6	7.1%	269.0
2	Acora	15°58'89"	69°47'49"	3867	Sierra	28,679.0	12.5%	1941.1	29.9%	15.0
3	Amantani	15°39'12"	69°43'05"	3818	Sierra	4,255.0	1.9%	15.0	0.2%	283.7
4	Atuncolla	15°41'03"	70°08'40"	3822	Sierra	5,333.0	2.3%	124.7	1.9%	31.9
5	Capachica	15°38'18"	69°49'15"	3860	Sierra	11,387.0	5.0%	117.1	1.8%	88.2
6	Chucuito	15°53'15"	69°53'21"	3871	Sierra	7,913.0	3.5%	121.2	1.9%	77.3
7	Coata	15°34'00"	69°56'51"	3814	Sierra	7,387.0	3.2%	104.0	1.6%	67.3
8	Huata	15°36'42"	69°58'12"	3848	Sierra	6,682.0	2.9%	130.4	2.0%	26.0
9	Mañazo	15°47'54"	70°20'28"	3926	Sierra	5,451.0	2.4%	410.7	6.3%	13.5
10	Paucarcolla	15°44'30"	70°03'18"	3847	Sierra	4,864.0	2.1%	170.0	2.6%	26.5
11	Pichacani	16°08'46"	70°03'42"	3975	Sierra	5,608.0	2.4%	1633.5	25.2%	3.8
12	Plateria	15°56'39"	69°49'51"	3830	Sierra	8,268.0	3.6%	238.6	3.7%	37.0
13	S.A. Esquilache	16°05'58"	70°16'57"	4725	Sierra	2,570.0	1.1%	376.8	5.8%	4.3
14	Tiquillaca	15°47'42"	70°11'03"	3885	Sierra	2,053.0	0.9%	455.7	7.0%	4.4
15	Vilque	15°45'48"	70°15'19"	3860	Sierra	3,123.0	1.4%	193.3	3.0%	15.3
TOTAL						229,236	100%	6493	100%	34.3

Fuente: INEI

c). Distrito beneficiado con el presente proyecto.

Distrito de Puno.

Población y Ubicación

La ciudad de Puno, capital del departamento, provincia y distrito de Puno, está ubicada a orillas del Lago Titicaca a 3827 m.s.n.m., lago navegable más alto del Mundo. Se encuentra en la región de la sierra con ubicación geográfica 15° 50'26" de latitud sur, 70° 01' 28" de longitud Oeste; ocupa una extensión de 460.63 Km² y alberga una población distrital de 125,663 habitantes.

Superficie

La ciudad de Puno, tiene una extensión urbana actual es de 1,566.64 Has., que representa el 0.24% del territorio de la provincia de Puno.

Clima.

En la ciudad de Puno el clima lo determinan los factores de altitud y latitud, la conformación geográfica y la proximidad al lago Titicaca que la hace más templada y tolerable. El clima se clasifica como lluviosos, frío y seco.

Educación

La Educación en la ciudad de Puno es importante, el cual es el eje para el desarrollo sostenible de una localidad, según los datos del INEI en la provincia de Puno el 84.05 % de la población se encuentra alfabetizada, y solo el 15.95 % de la población es analfabeta. En general la educación existe instituciones públicas y privadas.

Salud

Los establecimientos de salud en la ciudad de Puno son existen como públicas y privadas como son: Hospital Manuel Núñez Butrón, las micro redes que son los puesto de salud: Vallecito, Amantani, Taquile, Urus, puerto, 4 de noviembre, clínica María Auxiliadora, José Antonio Encinas, Chejoña, Simón Bolívar, hospital III de Essalud Puno, Sanidad de la Policía Nacional del Perú, Pedro Ruiz Gallo, Manco Cápac, Clínica Puno, Clínica los Pinos.

Desarrollo Económico.

La Municipalidad provincial de Puno impulsa al desarrollo económico mediante el aprovechamiento de las potencialidades, promoviendo su transformación, fortaleciendo los mercados locales articulados a nivel regional y nacional con un enfoque de sostenibilidad, calidad y competitividad.

Desarrollo Territorial y Medio Ambiente.

En el desarrollo la Municipalidad Provincial de Puno impulsa a Lograr el desarrollo integral de la Provincia de Puno mediante un plan de ordenamiento y demarcación promoviendo acciones concertadas para la conservación de los recursos naturales y conservación de la bahía, gestión de residuos sólidos y gestión de riesgos contra desastres naturales.

Acceso a los Servicios básicos e infraestructura de la vivienda.

Infraestructura de la Vivienda

Las características de las viviendas en la ciudad de Puno es la calidad de los materiales utilizados, donde predomina el material de Adobe con un 57.40% del total de los hogares; tienen paredes de material noble ladrillo o bloque de cemento un 36.90% de las viviendas, según los resultados del Censo Nacional de Población.

Cuadro N°04.03

Infraestructura de la Vivienda	
Detalle	%
Ladrillo o Bloque de cemento	36.9
Adobe	57.4
otros	1.0
total	100

Fuente INEI

Acceso a Agua Potable.

De acuerdo a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2007, el 38.3% de los hogares de la provincia de Puno, cuentan con Agua Potable dentro de las viviendas, un 10.1% accede a este servicio mediante red pública y un 31.1% solo consume agua mediante pozos.

4.2.2 VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA

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 la 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.

a). 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.

b). 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

c).Costo de operación de mano de obra

Para la producción del concreto, el agregado es puesto en obra su compra de acuerdo al pedido del cliente. Entonces el análisis es desde el material puesto en obra hasta la producción de concreto, en la actualidad en el distrito de Puno utilizan

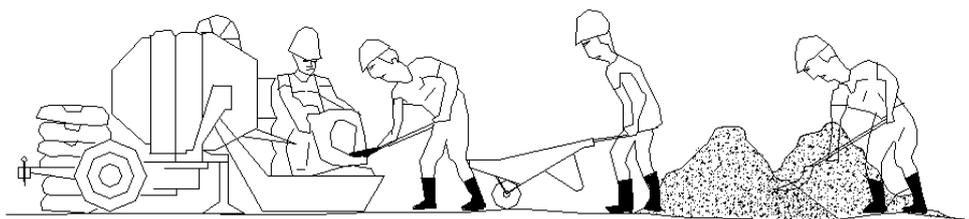
la mezcladora común. Como también el personal para el presente proyecto es estimado según la cámara peruana de construcciones.

d).Cuadrilla para elaboración de concreto con material de ambas cantera

Para la elaboración de concreto de resistencia 175 Kg/cm² y 210 Kg/cm³ de ambas canteras 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/. 160.00 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 condirá 25 m³/día y para el curado 50 m³/día

PROCESO Y COSTO DE PREPARACIÓN DE CONCRETO, UTILIZANDO EQUIPO PARA SU MEZCLADO



COSTO POR M3 DE CONCRETO F'cr =175 Kg/cm² y 210 Kg/cm²

DESCRIPCIÓN	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	Total
MANO DE OBRA					
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	
Costo de Mano de Obra				33.90	
EQUIPOS, HERRAMIENTAS					
Mescladora	HM	0.32	160.00	51.20	
Herramientas 3% de M.O			0.03	1.02	
Costo de Equipo, Herramienta				52.22	

4.2.3 Análisis de costos por m3 de agregado de cantera Cutimbo

Según los trasportistas (Volquetero) el material para la elaboración de concreto es por pedido a los trasportistas el material como es el agregado grueso S/. 45.00 por m3, y agregado fino S/. 55.00 puesto en obra.

- Calculo de Volumen de agregado para una resistencia de diseño 175 Kg/cm2

$$A.F = \frac{892}{1.0697 * 1580} = 0.530 \text{ m}^3$$

$$A.G = \frac{1038}{1.0435 * 1390} = 0.71 \text{ m}^3$$

DESCRIPCIÓN	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
MATERIALES				
Cemento	Bls.	6.75	21.70	146.48
Agregado fino	m3	0.53	55.00	29.15
Agregado Grueso	m3	0.71	45.00	31.95
costo del material				207.58

- Calculo de Volumen de agregado para una resistencia de diseño 210 Kg/cm2

$$A.F = \frac{862}{1.0697 * 1580} = 0.51 \text{ m}^3$$

$$A.G = \frac{1038}{1.0435 * 1390} = 0.72 \text{ m}^3$$

•

DESCRIPCIÓN	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
MATERIALES				
Cemento	Bls.	7.60	21.70	164.92
Agregado fino	m3	0.51	55.00	28.05
Agregado Grueso	m3	0.72	45.00	32.40
costo del material				225.37

4.2.4 Análisis de costos por m3 de agregado de cantera Viluyo

- Calculo de Volumen de agregado para una resistencia de diseño 175 Kg/cm²

$$A.F = \frac{756}{1.0643 * 1420} = 0.50 \text{ m}^3$$

$$A.G = \frac{1146}{1.044 * 1390} = 0.79 \text{ m}^3$$

DESCRIPCIÓN	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
MATERIALES				
Cemento	Bls.	6.78	21.70	147.13
Agregado fino	m ³	0.50	55.00	27.50
Agregado Grueso	m ³	0.79	45.00	35.55
costo del material				210.18

- Calculo de Volumen de agregado para una resistencia de diseño 210Kg/cm²

$$A.F = \frac{725}{1.06443 * 1420} = 0.48 \text{ m}^3$$

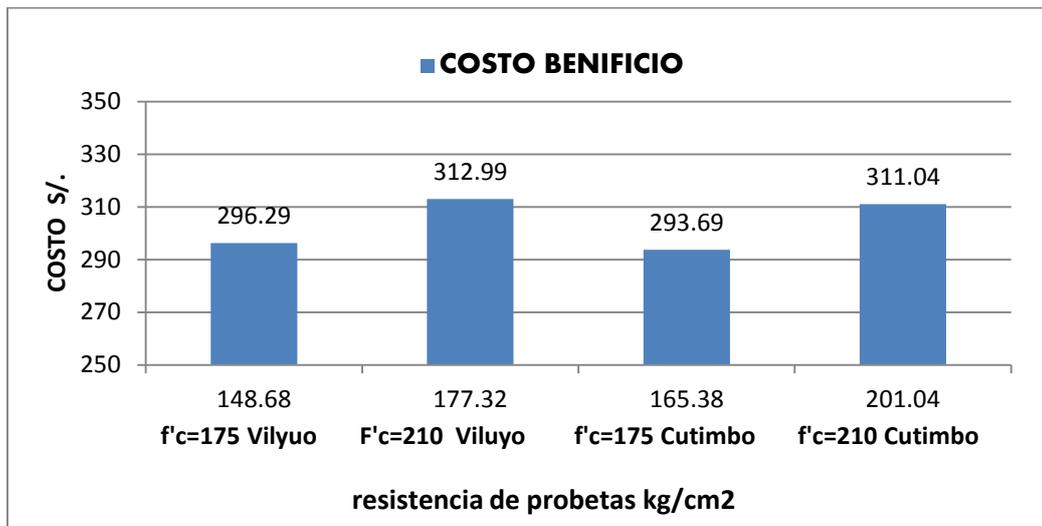
$$A.G = \frac{1146}{1.049 * 1390} = 0.79 \text{ m}^3$$

DESCRIPCIÓN	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
MATERIALES				
Cemento	Bls.	7.60	21.70	164.92
Agregado fino	m ³	0.48	55.00	26.40
Agregado Grueso	m ³	0.79	45.00	35.55
costo del material				226.87

g). Cuadro de resultados.

ANALISIS ECONOMICO		
RESISTENCIA	CANTERA VILUYO S/.	CANTERA CUTIMBO S/.
F'c = 175 Kg/cm ²	296.29	293.69
F'c = 210 Kg/cm ²	312.99	311.04

Cuadro N° 04.04



Fuente: elaboración propia

Interpretación.- La diferencias que existe entre las canteras se observa en cuadro N° 05.04, La cantera Cutimbo resulta más económico que de la cantera Viluyo, y es más resistente en la resistencia de rotura, en cuanto la cantera Viluyo es más costoso, y tiene menos resistencia en la rotura. Como conclusión parcial tenemos el agregado de la cantera Cutimbo es óptimo para elaboración de concreto tanto como económico y en la resistencia.

CONCLUSIONES

Primera: Los efectos de los agregados de las canteras se manifiestan en su resistencia final, como tenemos de la cantera Cutimbo llegó alcanzar una resistencia final de 95.73 %, con un diseño de 210 Kg/cm² a los 28 días, mientras de la cantera Viluyo logró alcanzar un resistencia de 84.44 %, con las mismas características mencionadas anteriormente, este resultado es debido a su calidad de agregado.

Segunda: En las propiedades físicas y mecánicas de los agregados del concreto tenemos de la cantera Cutimbo con módulo de fineza 3.14, son más altos que los recomendados que oscila entre 2.2 – 2.8 con estos valores producen concretos de buena trabajabilidad, y los pesos específicos del agregado fino 2.64gr/cc, y agregado grueso 2.48 gr/cc estos siempre deberán estar mayores de 2.4 gr/cc nos demuestra que no tiene mucha porosidad, por otro lado tenemos en la granulometría pasante el tamiz N°200 tenemos 5.22% entonces, el material tiene cierta cantidad de materia fina como son polvo, arcilla, limo.

El desgaste por abrasión llega con una resistencia 77.55 % que estos son valores favorables para la resistencia y durabilidad del concreto.

Se concluye que el material de la cantera Cutimbo tiene un comportamiento óptimo para el diseño de mezclas para una calidad de concreto

Tercera: En las propiedades físicas y mecánicas de los agregados del concreto tenemos de la cantera Viluyo con módulo de fineza 2.43 están dentro de los valores recomendados mencionadas anteriormente, con estos valores producen concretos de buena trabajabilidad y mejor lubricación, y los pesos específicos del agregado fino 2.60gr/cc y agregado grueso 2.47 gr/cc, estos siempre deberán estar mayores de 2.4 gr/cc nos demuestra que no tiene mucha porosidad, por otro lado tenemos en la granulometría pasante el tamiz N°200 tenemos 5.96% entonces está entre los valores 5-12 % tiene mayor concentración de materias como son polvo, Arcila, limo.

El desgaste por abrasión llega con una resistencia 74.07 % que estos son valores favorables para la resistencia y durabilidad del concreto.

Se concluye que las propiedades físicas y mecánicas del agregado no son óptimas para el diseño de mezclas de concreto debido a su resistencia al desgaste y contenido de materia fina.

Cuarto: las canteras mencionadas presentan diferentes características como tenemos: de la cantera Cutimbo presenta con módulo de fineza 3.14, mientras la otra cantera tiene 2.43 cuando el valor sea más alto genera segregación y exudación, y cuanto el valor sea más bajo presenta concretos de buena trabajabilidad, y los pesos específicos de la cantera Cutimbo tenemos 2.64 gr/cc del agregado fino y 2.48 gr/cc de la grava, mientras de la otra cantera es 2.6gr/cc del agregado fino y 2.47 gr/cc de la grava, estos valores deberán estar siempre a mayores de 2.4 gr/cc para que el agregado del concreto no tenga mucha porosidad y con el análisis granulométrico pasante la malla N° 200, Nos demuestra la cantera Viluyo con valores altos que esto mismo tiene arcilla, limo y polvo.

La resistencia al desgaste por abrasión de los agregados nos demuestra de la cantera Cutimbo valores altos, esto es favorable para la resistencia de concreto, mientras la otra cantera es menos resistente que de la cantera Cutimbo, sin embargo se encuentran dentro de los límites permisibles normativas.

RECOMENDACIONES

Primera: los efectos de los agregados naturales del concreto llegamos obtener resistencia promedio. La cantera Viluyo que no llega alcanzar a la resistencia deseada, Por ende se recomienda personal capacitado o calificado para elaboración de concretos, mientras de la cantera Cutimbo llega alcanzar una resistencia deseada mínima según los límites permisibles, que este mismo debe tener control adecuado para el diseño de mezclas para garantizar la calidad de concreto

Segunda: Según los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio de la cantera Cutimbo el módulo de fineza se ha obtenido valores alto, y la granulometría el porcentaje que pasa el tamiz N° 200 pasa el limite permisible, por ende se recomienda que el diseño sea siempre por durabilidad y no por resistencia para garantizar la calidad de concreto, y tener un control adecuado para el diseño de mezclas del concreto con personal capacitado

Tercera: Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la cantera Viluyo han demostrado que no es óptimo para el diseño de mezclas de concreto. Como por ejemplo tiene materia fina como son arcilla, limo, polvo, Por ende 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.

Cuarta: Se han demostrado propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales o llamado canto rodado, la más adecuada para elaboración de concretos es recomendable usar los agregados de la cantera Cutimbo que esto mismo nos demuestra una resistencia de compresión deseada y económico, mientras de la cantera Viluyo se recomienda un tratamiento adecuado para el diseño de mezclas para garantizar la calidad de concreto.

BIBLIOGRAFIA

1. Abanto Castillo, F. Tecnología de concreto. teoría y problemas. Editorial san Marcos, Lima
2. ACI 211.1-91 (2002): "Standard Practice for Selecting Proportions for Normal Heavyweight, and Mass Concrete".
3. Bowles, J. (1980) Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. (2a.ed.) Colombia.: McGraw-Hill Latinoamericana, S.A.
4. Capítulo Peruano del ACI. (1998) .Tecnología del Concreto., I Congreso Nacional de Ingeniería Estructural y Construcción, Lima
5. Crespo Villalaz, C. (1990). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Cuarta Edición, México
6. Delgado Contreras. G.(2006). Costos y presupuestos en edificaciones. Cuarta Edición, Lima- Perú
7. Laura Huanca, S. (2006) Diseño de Mezclas. Boletín Diseño de Mezclas de Concreto, UNA-PUNO.
8. Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniera de pavimentos, Evaluación estructural, Universidad Católica de Colombia. Edición tercera, Bogotá
9. Neville y Brooks, A.M. j.j.(1998). Tecnología de concreto. primera edición en español, México
10. Norma Técnica de Edificación. E.060. (2009). concreto armado decreto supremo 010-2009-vivienda, lima-Perú
11. Nilson, Arthur, H. A.(1994). Diseño de Estructuras de Concreto. McGraw-Hill Bogotá
12. Pasquel Carvajal, E. (1998) .Tópicos de Tecnología del Concreto. Segunda Edición, Ediciones Colegio de ingenieros, Perú
13. Ramos Salazar, J. (2002).Costos y Presupuestos en edificaciones. Ingeriero. Cámara Peruana de la construcción, Lima

14. Rivva Lopez, E.(2007). Diseño de Mezclas, segunda edición , Lima
- 15.Rivva Lopez, E. (2010). Materiales para el Concreto. Instituto de la construcción y gerencia fondo editorial ICG, segunda edición, Lima-Perú
- 16.Rivva Lopez, E. (2012).Ataques al concreto. instituto de la construcción y gerencia, fondo editorial ICG, Lima-Perú
- 17.Rico, R. (2001) La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Volumen. (2a.ed.) México.: Editorial Limusa-Grupo Noriega Editores.
- 18.Salinas, M. (2003) Costos y Presupuestos, Valorizaciones y Liquidaciones de Obra. (2a.ed.) Perú Fondo Editorial ICG.
- 19.Sierra Bravo, R.(1985).Técnicas de investigación social. Cuarta Edición. Editorial Paraninfo, Madrid
- 20.Vásquez Bustamante, O.(2011).Todo sobre presupuestos en edificaciones. Cuarta edición. Biblioteca Nacional, Lima Perú