

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y
ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA
UN CONCRETO DE $F'C=210$ KG/CM² - HUANUCO 2019”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TESISTAS

Bach. Roger, Berrospi Almeida
Bach. James Gardner, Campos Avilés

ASESOR

Ing. Jorge, Zevallos Huaranga

HUÁNUCO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por cumplir sus promesas de bendición en nuestras vidas; a nuestros padres, por su infinito amor incondicional y sostenernos en cada etapa de nuestro crecimiento; a nuestras esposas, por ser nuestra ayuda idónea y motivo de inspiración del día a día; y a nuestros hijos, que son herencia de Jehová.

Resumen

Esta investigación es de enfoque cuantitativo, que surge ante el cambio de estación climática, producto de ello, los agregados tienden a cambiar sus propiedades físicas, debido al cambio de su granulometría, porque el arrastre de materiales finos se hace mayor en tiempo de invierno que en otras estaciones, en consecuencia del arrastre de este material fino se produce malos concretos, teniendo mala resistencia a la compresión y para solucionarlo se propuso como objetivo “Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras Chullqui y Andabamba, a fin de diseñar una mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”. La investigación consiste específicamente en analizar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la cantera Chullqui y Andabamba, porque estas dos canteras son las más utilizadas en la ciudad de Huánuco, producto de ese análisis se diseñara una mezcla que supere la resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, obteniendo como resultado: que para el diseño de la mezcla de concreto se usó el hormigón como agregado de la cantera Chullqui, y se determinó una proporción en peso de 1 : 4.73 : 22.69 lt/saco, con ello se elaboró 9 probetas, con tiempo de curado de 3 probetas a 7 días, 3 probetas a 14 días y 3 probetas a 28 días. Obteniendo resistencias promedio a 7 días de 149.80 kg/cm^2 con CV de 0.90%, a 14 días de 195.75 kg/cm^2 con CV de 0.61% y a 28 días de 255.25 kg/cm^2 con CV 1.85 %. Los agregados de la cantera Chullqui ayudan a los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto, se demuestra que supera la resistencia requerida y de acuerdo al coeficiente de variación los ensayos fueron bien controlados y poseen mayor homogeneidad en comparación con la cantera Andabamba.

Palabras claves: Hormigón, Coeficiente de variación, homogeneidad, resistencia a la compresión, granulometría.

Summary

This research is of a quantitative approach, which arises in the face of the change of climatic season, as a result, aggregates tend to change their physical properties, due to the change of their granulometry, because the drag of fine materials becomes greater in winter time than in other seasons, as a result of the drag of this fine material bad concrete occurs, having poor resistance to compression and to solve it was proposed as a objective "To determine the physical and mechanical properties of the aggregates of the Chullqui and Andabamba quarries, in order to design a concrete mixture f'c 210 kg/cm²". The research consists specifically of analyzing the physical and mechanical properties of the aggregates of the Chullqui and Andabamba quarry, because these two quarries are the most commonly used in the city of Huánuco, as a result of this analysis a mixture will be designed that exceeds the resistance of f'c 210 kg/cm², obtaining as a result: that for the design of the concrete mixture the concrete was used as an aggregate of the Chullqui quarry, and a weight ratio of 1 : 4.73 : 22.69 lt / sack was determined, thus 9 specimens were prepared, with curing time of 3 poor to 7 days, 3 specimens to 14 days and 3 specimens to 28 days. Obtaining average 7-day resistances of 149.80 kg/cm² with CV of 0.90%, to 14 days of 195.75 kg/cm² with CV of 0.61% and 28 days of 255.25 kg/cm² with CV 1.85 %. The aggregates of the Chullqui quarry help the results obtained from the resistance to compression of the concrete, it is shown that it exceeds the required resistance and according to the coefficient of variation the tests were well controlled and have greater homogeneity compared to the Andabamba quarry.

Keywords: Concrete, Coefficient of variation, homogeneity, compressure resistance, granulometry.

Índice de Contenido

Dedicatoria.....	II
Resumen.....	III
Summary.....	IV
Índice de Tablas	VIII
Índice de Gráficos	XI
Índice de Figuras.....	XII
Índice de Ilustraciones	XIII
Introducción	1
Capitulo I Marco Teórico	3
1.1 Antecedentes	3
1.1.1 Antecedentes Internacionales	3
1.1.2 Antecedentes Nacionales	4
1.2 Investigación Bibliográfica.....	7
1.2.1 Concreto.....	7
1.2.2 Materiales constituyentes del concreto	8
1.2.3 Concreto en estado fresco	21
1.2.4 Concreto en estado endurecido	26
1.2.5 Diseño de mezcla con el método comité 211 del ACI.....	28
1.2.6 Análisis estadístico	30
1.3 Definición de Términos Básicos.....	32
1.4 Objetivos.....	33
1.4.1 Objetivo general.....	33
1.4.2 Objetivos específicos	34
1.5 Hipótesis	34

1.5.1	Hipótesis general.....	34
1.5.2	Hipótesis específicas.....	34
1.6	Operacionalización de Variables (NTP 400.037).....	36
1.7	Población y Muestra	37
	Capítulo II Marco Metodológico	38
2.1	Método de Investigación.....	38
2.2	Tipo De Investigación.....	38
2.3	Diseño de la Investigación.....	38
2.4	Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	39
2.5	Procesamiento y Presentación de Datos	40
	Capítulo III Discusión de Resultados	41
3.1	Aspectos Generales.....	41
3.1.1	Cantera Chullqui	41
3.1.2	Cantera Andabamba.....	43
3.2	Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados.....	45
3.2.1	Extracción de muestras (NTP 400.010).....	45
3.2.2	Granulometría (NTP 400.012).....	47
3.2.3	Peso específico y absorción (NTP 400.021).....	65
3.2.4	Contenido de Humedad (NTP 339.185;)	69
3.2.5	Terrones de arcilla y partículas desmenuzables (NTP 400.015):	71
3.2.6	Método para determinar materiales más finos que pasa por el tamiz N°200 (NTP 400.018).....	75
3.2.7	Método de ensayo para determinar las partículas livianas en los agregados (NTP 400.023).....	77
3.2.8	Método de ensayo para la determinación cualitativa de cloruros y sulfatos (NTP	

400.014)	81
3.2.9 Resistencia a la degradación en agregados gruesos (NTP 400.019).....	83
3.3 Diseño de mezcla	89
3.4 Elaboración del concreto:	97
3.4.1 Probetas de concreto:	98
3.4.2 Curado del concreto:	99
3.4.3 Ensayos de resistencia a compresión:	100
3.5 Resultado del ensayo a compresión	101
3.6 Análisis del crecimiento de la resistencia en el tiempo	103
3.7 Validación de resultados del ensayo de compresión:	105
3.8 Coeficiente de relación de Pearson	111
3.9 Análisis comparativo entre la cantera Chullqui con la cantera Andabamba	112
Conclusiones	115
Sugerencias	117
Bibliografía	118
Anexos	121
Ensayos de Laboratorio	121
Calibración de los Equipos de Laboratorio.....	122

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico	12
Tabla N° 2: Requisitos granulométricos para el agregado fino.....	14
Tabla N° 3 Especificaciones de gradación del agregado grueso	19
Tabla N° 4: Especificaciones de gradación del agregado global.....	21
Tabla N° 5 Operacionalización de variables.....	36
Tabla N° 6: Muestra de probetas	37
Tabla N° 7: Normas técnicas para determinar las propiedades físicas y mecánica del agregado.....	39
Tabla N° 8 Normas técnicas para determinar las propiedades del concreto.....	40
Tabla N° 9: Medida de las muestras	45
Tabla N° 10: Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global.....	48
Tabla N° 11: Análisis granulométrico por tamizado muestra N°1, cantera Chullqui.....	49
Tabla N° 12: Análisis granulométrico por tamizado muestra N°2, cantera Chullqui.....	51
Tabla N° 13: Análisis granulométrico por tamizado muestra N°3, cantera Chullqui.....	54
Tabla N° 14: Análisis granulométrico por tamizado muestra N°1, cantera Andabamba.	57
Tabla N° 15: Análisis granulométrico por tamizado muestra N°2, cantera Andabamba.	59
Tabla N° 16: Análisis granulométrico por tamizado muestra N°3, cantera Andabamba.	62
Tabla N° 17: Peso específico y absorción de la cantera Chullqui	67
Tabla N° 18: Peso específico y absorción de la cantera Andabamba.....	68
Tabla N° 19: Tamaño de la muestra del agregado.....	69
Tabla N° 20: Contenido de humedad de la cantera Chullqui	70

Tabla N° 21: Contenido de humedad de la cantera Andabamba	71
Tabla N° 22: Masa mínima de la muestra.....	71
Tabla N° 23: Tamices a utilizar para la separación de las partículas	72
Tabla N° 24: Partículas desmenuzables de la cantera Chullqui.....	73
Tabla N° 25: Partículas desmenuzables de la cantera Andabamba	74
Tabla N° 26: Cantidad mínima de la muestra.....	75
Tabla N° 27: Porcentaje del material más fino de la cantera Chullqui.....	76
Tabla N° 28: Porcentaje del material más fino de la cantera Andabamba	77
Tabla N° 29: Masa mínima de la muestra para partículas livianas.....	78
Tabla N° 30: Carbón y lignito de la cantera Chullqui	79
Tabla N° 31: Carbón y lignito de la cantera Andabamba	80
Tabla N° 32: Sales y sulfatos solubles totales de la cantera Chullqui	82
Tabla N° 33: Sales y sulfatos solubles totales de la cantera Andabamba.....	83
Tabla N° 34: Gradación de las muestras de ensayo.....	84
Tabla N° 35: Carga según el tipo de gradación	85
Tabla N° 36: Ensayos de los ángeles de la cantera Chullqui, grado A.....	86
Tabla N° 37: Ensayos de los ángeles de la cantera Andabamba, grado A	88
Tabla N° 38: Resistencia a la compresión promedio	90
Tabla N° 39: Consistencia y asentamientos.....	90
Tabla N° 40: Asentamiento recomendado para diversos tipos de construcción.....	91
Tabla N° 41: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.	92
Tabla N° 42: Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.	93
Tabla N° 43: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto de la cantera Chullqui, $f'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$	101

Tabla N° 44: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto de la cantera Andabamba, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	102
Tabla N° 45: Ensayo a la resistencia a compresión promedio de la cantera Chullqui .	103
Tabla N° 46: Ensayo a la resistencia a compresión promedio de la cantera Andabamba.	104
Tabla N° 47: Validación de la resistencia a la compresión a los 7 días	106
Tabla N° 48: Validación de la resistencia a la compresión a los 14 días	107
Tabla N° 49: Validación de la resistencia a la compresión a los 28 días	108
Tabla N° 50: Validación de la resistencia a la compresión a los 7 días	109
Tabla N° 51: Validación de la resistencia a la compresión a los 14 días	110
Tabla N° 52: Validación de la resistencia a la compresión a los 28 días	111
Tabla N° 53: Coeficiente de correlación y determinación del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ entre la cantera Chullqui y Andabamba.....	112
Tabla N° 54: Resumen de la comparación entre la cantera Chullqui y Andabamba....	113

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Curva granulométrica de la muestra N°1 de la cantera Chullqui	49
Gráfico 2 Curva granulométrica de la muestra N°2 de la cantera Chullqui	52
Gráfico 3 Curva granulométrica de la muestra N°3 de la cantera Chullqui	54
Gráfico 4 Curva granulométrica de la muestra N°1 de la cantera Andabamba.	57
Gráfico 5 Curva granulométrica de la muestra N°2 de la cantera Andabamba.	60
Gráfico 6 Curva granulométrica de la muestra N°3 de la cantera Andabamba.	62
Gráfico 7 Evolución del esfuerzo promedio del concreto (resistencia del concreto), de la cantera Chullqui	103
Gráfico 8 Evolución del esfuerzo promedio del concreto (resistencia del concreto), de la cantera Andabamba.....	104
Gráfico 9 Comparación de la evolución del esfuerzo promedio del concreto de las dos canteras	105

Índice de Figuras

Figura 1 Procedimiento del cono de Abrams.....	22
Figura 2 Tipos de asentamiento	24
Figura 3 Segregación en el concreto.....	24
Figura 4 Exudación en el concreto	25
Figura 5 Determinación de la densidad de masa en el concreto	26

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación política.....	42
Ilustración 2 Ubicación de la cantera Chullqui.....	42
Ilustración 3 Ubicación política.....	44
Ilustración 4 Ubicación de la cantera Andabamba	44
Ilustración 5 Extracción de la muestra de la cantera Chullqui	46
Ilustración 6 Extracción de la muestra de la cantera Andabamba	47
Ilustración 7 Desarrollo del tamizado de la cantera Chullqui.....	56
Ilustración 8. Desarrollo del tamizado de la cantera de Andabamba.....	65
Ilustración 9 Impurezas orgánicas de la cantera Chullqui	73
Ilustración 10 Impurezas orgánicas de la cantera Andabamba.....	74
Ilustración 11 Ensayo de carbón y lignito de la cantera Chullqui	79
Ilustración 12 Ensayo de carbón y lignito de la cantera Andabamba.....	80
Ilustración 13 Ensayo sales solubles de la cantera Chullqui	82
Ilustración 14 Ensayo sales solubles de la cantera Andabamba	83
Ilustración 15 Ensayo de los ángeles a los agregados de la cantera Chullqui	87
Del ensayo se determinó que el porcentaje de desgastes del agregado de la cantera de Andabamba es 16.94 %. Ilustración 16 Ensayo de los ángeles a los agregados de la cantera Andabamba.....	88
Ilustración 17 procedimiento para determinar el asentamiento	98

Ilustración 18 Preparación de la mezcla y elaboración de las 18 probetas



.....99

Ilustración 19 Proceso de curado de las probetas 100

Ilustración 20 Rotura de las probetas – ensayo a compresión 100

Introducción

En la década de los 70' crece la informalidad generalizada en construcciones, sedimentando en mucha gente en el campo de la construcción la idea de que “cualquier persona puede hacer un buen concreto” que “el concreto es un material noble que puede absorber nuestros errores” y que “ya todo está investigado en lo que al concreto se refiere”

Por eso el concreto es el material de construcción que más extensamente se ha utilizado por varias razones, primero porque posee una gran resistencia a la acción del agua sin sufrir un serio deterioro, además de que puede ser moldeado para dar una gran variedad de formas y tamaños gracias a la trabajabilidad de la mezcla, siendo esta de gran popularidad entre los Ingenieros Civiles por su pronta disponibilidad en las obras y su bajo costo.

Los agregados de las canteras de Chullqui y Andabamba son las que tienen más demanda por su ubicación y accesibilidad en la localidad de Huánuco, ambas canteras están en la misma cuenca genérica del Huallaga, y son los más usados en el diseño de la mezcla del concreto en diversas construcciones en la ciudad de Huánuco, estos agregados son de cantera de río, canto rodado, generando una mala resistencia a la compresión y no cumpliendo con las normativas, porque los ríos transportan mucho materiales finos y estos dificulta a la trabajabilidad y generan segregación en el concreto. Por ello la investigación se basa en analizar las propiedades físicas y mecánicas de estos agregados, con fines de tener un concreto con buenos resultados a la compresión.

La investigación se realizó en 3 capítulos las cuales se detallan a continuación:

El capítulo I: se referencia a la teoría científica básica que sustenta la investigación como libros, manuales, normativas. Las investigaciones relacionadas con el tema, son

artículos, tesis, revistas que se parecen a la investigación. Y tienen una relación con los objetivos, las variables y las hipótesis.

El capítulo II: el marco metodológico se utilizó para poder desarrollar los objetivos, mediante el método, tipo, nivel y diseño de la investigación. Con una población y muestra a analizar, utilizando técnicas e instrumento de recolección de datos y finalmente describir los procedimientos de análisis de los datos.

Capítulo III: se presenta el resultado y análisis de resultado, aquí se muestra todos los resultados de los objetivos propuestos, para luego discutir los resultados obtenidos con un patrón o investigaciones similares.

Finalmente se dio respuesta a los objetivos propuestos con las conclusiones y para luego recomendar algunos aportes de la investigación referente al diseño de mezcla de concreto utilizando los agregados de las canteras de Chullqui y Andabamba.

Capítulo I

Marco Teórico

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes Internacionales

Espinoza y Valdiviezo (2019), publican una tesis de pregrado para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo de la investigación es determinar la influencia del curado y del porcentaje de adiciones reciclables en la permeabilidad de hormigones de alta resistencia. Concluye que el empleo de las adiciones reciclables utilizadas de cuesco de palma africana, cascarilla de arroz y polvo de cerámica, sustituidas en un porcentaje por el cemento para las fabricaciones de hormigones de Alta Resistencia incrementan la resistencia de compresión y tracción en orden del 5 al 10%, de la misma forma el uso de estas adiciones permite que la permeabilidad en el hormigón sea menor. Al utilizar una dosificación para una especificación de $f'c = 50$ MPa con la inclusión de adiciones y aditivo químico superplastificante, considerando los porcentajes óptimos de adición en el peor de los casos tenemos que la altura máxima de penetración de agua es de 23 mm con muestras fabricadas con cuesco de palma africana en condiciones de no curado, mientras que con muestras debidamente curadas la penetración máxima de agua es de 5 mm con la misma adición mencionada.

Mora (2014), publica una tesis de posgrado para optar el grado de maestra en construcciones, el objetivo de la investigación es Realizar la caracterización físico - mecánica del hormigón producido utilizando desechos cerámicos (bizcocho o chamota) de la industria cerámica cuencana como agregado grueso para sustentar técnicamente los campos de aplicación segura dentro de la

construcción mediante la comparación con hormigón convencional de 210 kg/cm². Concluye que al buscar opciones para sustituir los componentes naturales del hormigón con alternativas menos agresivas con el medio ambiente es una necesidad latente debido a que la disponibilidad de los bancos de materiales naturales como los pétreos por ejemplo no son inagotables. Este trabajo de investigación reveló que el agregado cerámico no produce hormigones de buena calidad, pues su comportamiento mecánico es muy deficiente en comparación al de los concretos naturales. Obteniéndose para el hormigón cerámico fabricado con el total del material obtenido en la trituración de la chamota, resistencias a la compresión a los 28 días de 63 Kg/cm², que representa el 30% de la resistencia del hormigón patrón, en tanto que para el hormigón cerámico obtenido con el agregado cerámico sin finos de trituración se determinaron una resistencia a compresión de 88 kg/cm² que constituye el 58%. Concluyéndose que es importante una preselección del material procurando la no inclusión de finos.

1.1.2 Antecedentes Nacionales

Caycho y Espinoza (2019), publican una tesis de pregrado para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo de la investigación es determinar una mezcla de concreto con agregado grueso reciclado utilizando cemento portland Tipo HS para optimizar las propiedades del concreto reciclado para cimentaciones en el distrito de La Molina. Concluye que, en el ensayo de resistencia a compresión, se obtuvo un aumento del 1% de resistencia para el diseño con 25% A.G.R. y reducción de 5% de la resistencia para el diseño con 50% A.G.R., 11% de la resistencia para el diseño con 75% A.G.R., 16% de la resistencia para el diseño con 100% A.G.R., todo ello con respecto al diseño

patrón con una relación a/c de 0.53. En el ensayo resistencia a la tracción, se obtuvo un aumento del 1% de la resistencia para el diseño con 25% A.G.R. y reducción del 10% de la resistencia para el diseño con 50% A.G.R., 10% de la resistencia para el diseño con 75% A.G.R., 16% de la resistencia para el diseño con 100% A.G.R., todo ello con respecto al diseño patrón con una relación a/c de 0.53. En el ensayo de resistencia a la flexión, se obtuvo una reducción del 12% de la resistencia para el diseño con 25% A.G.R., 9% de la resistencia para el diseño con 50% A.G.R., 11% de la resistencia para el diseño con 75% A.G.R. y 16% de la resistencia para el diseño con 50% A.G.R., todo ello con respecto al diseño patrón con una relación a/c de 0.53.

Bazalar y Cadenillas (2019), publican una tesis de pregrado para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo de la investigación es analizar el comportamiento del concreto con agregado grueso reciclado de las construcciones de concreto y el impacto ambiental que este genera con el fin de realizar comparaciones frente a concretos convencionales. Concluye que la mezcla de concreto con 40% de ACR obtuvo mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión con respecto a la obtenida en el concreto estándar, puesto que supera en 2.91% a la de concreto estándar. Por otro lado, con respecto al ensayo de flexión de vigas se obtuvo valores de módulo de rotura muy similares a los del concreto estándar que alcanzó un 90% respecto a este último. En cuanto a la resistencia a la tracción, la mezcla de 40% de sustitución de AN por ACR obtuvo resultado acercados a las del concreto estándar, pero menores puesto que alcanzó un 64.14% con respecto a la del concreto estándar, debido a que el concreto no es un elemento que trabaje a tracción fundamentalmente, sino que trabaja a compresión.

Erazo (2018), publica una tesis de pregrado para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo de la investigación es evaluar el diseño de concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregados reciclados y agregados naturales para su aplicación en elementos no estructurales. Concluye que al combinar 35% de agregado fino reciclado + 65% de agregado fino natural: el huso granulométrico del agregado fino combinado se encuentra dentro de los límites indicados en la Tabla N°1: Análisis granulométrico del agregado fino de la NTP 400.037 y el módulo de fineza de 2.72, se encuentra también dentro de los valores 2.3 y 3.1 recomendado por la NTP 400.037, por lo que podemos concluir que al combinar el agregado fino reciclado y agregado fino natural en la proporción mencionada, este nuevo agregado combinado presenta una adecuada distribución de partículas dentro de lo estipulado por la Norma Técnica Peruana.

García (2017), publica una tesis de pregrado para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo de la investigación es evaluar la resistencia a la compresión del concreto normal $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de vidrio y costo de producción. Concluye que Incorporando fibras de vidrio en porcentajes de 0.025%, 0.075% y 0.125%, la resistencia a la compresión es superior al concreto normal, en todos los grupos de control y el costo de producción disminuye. La incorporación de 0.025%, 0.075% y 0.125% fibra de vidrio en el concreto normal $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ incrementa la resistencia a la compresión en 6.65%, 2.26% y 1.26% respectivamente, por ende mejora la resistencia a la compresión, aceptándose la hipótesis general planteada. La incorporación de 0.025% fibra de vidrio en el concreto normal $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ disminuye el costo de producción en 2.94%.

Meléndez (2016), publica una tesis de pregrado para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo de la investigación es Utilizar el concreto reciclado como agregado para un diseño de mezcla $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huaraz. Concluye que se realizó el diseño con concreto patrón y concreto reciclado para una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, y concluimos que el concreto de agregado reciclado tiene menos resistencia que el concreto de agregado natural. Se analizó las propiedades físicas de los agregados, para luego concluir que para tener un buen resultado en los estudios del agregado tenemos que lavar las muestra para que no exista ninguna impureza, para luego realizar los estudios y dar a conocer que el módulo de fineza menor a 3.2 cumple con las especificaciones dadas por la ACI y se tiene mejores propiedades para lograr un buen concreto. Para poder analizar las propiedades del agregado de concreto reciclado se tiene que sacar todos los desperdicios del fierro, alambres, clavos y otros para que solo quede el bloque de concreto.

1.2 Investigación Bibliográfica

1.2.1 Concreto

Según los principales autores como Avanto y la PCA definen al concreto de la siguiente manera:

“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 cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto” (Abanto, 1994, p.11).

“La pasta, compuesta de cemento portland y agua unen los agregados, creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua” (PCA, 2004, p.1).

Las características del concreto varían, dependiendo que se trate de un concreto en estado fresco o de un concreto en estado endurecido y se determinan mediante ensayos.

1.2.2 Materiales constituyentes del concreto

Cemento

Definición se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad de, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos (Rivva, 2010, p.30).

Cemento portland Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contienen generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda, es decir: $\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$

Fabricación del cemento El proceso consiste principalmente en moler finamente las materias primas, mezclarlas perfectamente en proporciones establecidas y quemarlas en un horno rotatorio de gran dimensión, a una temperatura de 1300 a 1400 °C, donde el material se funde parcialmente hasta convertirse en escorias (clinker). Después el clinker se deposita en enfriadores donde se muele hasta convertirla en polvo finísimo; a continuación, se agrega un poco de yeso CaSO_4 . Este producto resultante se denomina cemento portland que se usa en todo el mundo. Es importante destacar que el yeso es indispensable para regular el endurecimiento del cemento una vez que entra en

contacto con el agua, porque cuando su cantidad es muy baja el endurecimiento puede ocurrir de manera instantánea.

Hidratación del cemento El endurecimiento y fraguado del concreto son el resultado de procesos químicos y físicos entre el cemento portland y el agua. Dicho proceso recibe el nombre de hidratación del cemento.

Clasificación y uso del cemento portland Para asegurar la durabilidad del concreto en diversas condiciones a los que están expuestos, se han desarrollado muchos cementos, que se clasifican según sus propiedades que están normalizados por la Norma Internacional ASTM 150 y la Norma Técnica Peruana NTP 334.009.

Tipo I: Para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo. Son empleados en construcciones que no estén expuestas a sulfatos tanto en el suelo o en agua del subsuelo.

Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos. Siendo recomendado para estructuras que están expuestas a la acción moderada de sulfatos o en las que es deseable un bajo calor de hidratación.

Recomendadas para estructuras de drenaje, industriales, puentes, obras portuarias y en climas cálidos.

Tipo II (MH): Para uso general, y específicamente cuando se desea un moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos. Siendo recomendado para estructuras que están expuestas a la acción moderada de sulfatos o en las que es deseable un moderado calor de hidratación.

Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales. Es decir es de un endurecimiento rápido, recomendados para construcciones a bajas temperaturas para evitar daños por congelamiento temprano o donde el encofrado se vaya a mover pronto a fin de reutilizarla.

Tipo IV: Para usar cuando se desea bajo calor de hidratación. Siendo recomendado para estructuras de presa, centrales hidroeléctricas y obras de grandes masas de concreto.

Tipo V: Para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos. Recomendados para estructuras hidráulicas expuestas al agua con alto contenido de álcalis como obras portuarias, túneles, canales.

En nuestro país no se utilizan los cementos tipo III y IV, porque aún no se tiene la tecnología necesaria para su elaboración y por ende es muy costoso su producción. Para nuestra investigación se utilizó el cemento portland tipo I de la marca Andino, cuyo peso específico varia de 3.12 a 3.15 kg/cm³ y es comercializada en bolsas de papel krap de 42.5 kg.

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

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

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

Aditivos estabilizantes de la hidratación, es el conjunto de aditivos retardadores que cumplen con la NTP 334.088 tipo B o D, que pueden reducir previsiblemente el tiempo de hidratación del cemento y que son utilizados para aplicaciones que requieren la regulación del tiempo de fraguado del concreto premezclado regresado; la reducción del agua de producción del concreto, o para aplicaciones que requieren plazos extendidos

de entrega del concreto premezclado.

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

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

Agua potable, que es apta para el consumo humano.

Para nuestro proyecto de investigación se utilizó agua potable.

Agregados

Definición De la Norma Técnica Peruana NTP 400.011 se tiene que los agregados, también llamados áridos, son conjuntos de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Los agregados son de suma importancia ya que constituyen aproximadamente las tres cuartas partes entre el 59% y el 76% del volumen del concreto.

En un principio, al agregado se le consideró un material inerte, no costoso, disperso en la pasta de cemento para producir un gran volumen de concreto. En realidad, el agregado no es inerte, pues sus propiedades físicas, térmicas y, en ocasiones, químicas, pueden influir en el desempeño del concreto, por ejemplo, mejorando su durabilidad.

Por su tamaño, los agregados se clasifican en: agregados finos (arena fina y arena gruesa) y agregados gruesos (grava y piedra).

Agregado denominado Hormigón Corresponde a la mezcla natural de gravas, arenas y finos, este agregado denominado hormigón; se utiliza para la

preparación de concretos de baja calidad como el empleado en cimentaciones corridas, falsos pisos, falsas zapatas, calzaduras, muros de concreto ciclópeos, etc.

Clasificación de los agregados según la NTP 400.011 Por su composición granulométrica: Pueden ser agregado fino o agregado grueso y su composición granulométrica se determina empleando los tamices especificados en la tabla N°1; donde la malla N°4 es el tamiz quien divide a estos dos grupos.

En esta composición añadiremos al hormigón, que es el material conformado por una mezcla de arena y grava, este material se encuentra en forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal cual sea extraído.

Para nuestra investigación se utilizó el hormigón en su estado natural, es decir tal cual como se extrajo del río de las canteras de Chullqui y Andabamba.

Tabla N° 1:

Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico.

Agregado	Tamices Normalizados
FINO	150µm (N°100)
	300µm (N°50)
	600µm (N°30)
	1.18mm (N°16)
	2.36mm (N°8)
	4.75mm (N°4)
GRUESO	9.5mm (3/8 pulg)
	12.5mm (1/2 pulg)
	19.0mm (3/4 pulg)
	25.0mm (1 pulg)
	37.5mm (1 1/2 pulg)
	50.0mm (2 pulg)
	63.0mm (2 1/2 pulg)
	75.0mm (3 pulg)
	90.0mm (3 1/2 pulg)
	100.0mm (4 pulg)

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.011.

Por su densidad: Para uso en hormigones se clasifican en livianos y pesados. Para nuestra investigación los agregados de las canteras de Chullqui y Andabamba se consideran livianos, por ser un hormigón de uso estructural.

Por su constitución mineralógica: Pueden ser minerales de sílice, feldespatos, carbonatos, sulfatos, minerales de sulfuro de hierro, óxido de hierro, rocas ígneas, rocas sedimentarias y rocas metamórficas.

Por la forma: Pueden ser redondeadas, irregular, laminar, angular y alargada. Para nuestra investigación los agregados de las canteras de Chullqui y Andabamba presentan una forma redondeada, por ser agregados de río.

Por la textura: La clasificación de la textura superficial de los agregados pueden ser vidrioso, lisa, granulosa, rugosa, cristalina y panal de abeja. Para nuestra investigación los agregados de las canteras de Chullqui y Andabamba presentan una textura lisa, por ser agregados de río.

Clasificación del agregado por su composición granulométrica, según la NTP 400.037
A continuación se detalla cada agregado por su composición granulométrica:

Agregado fino: Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa al tamiz 3/8" (9.5mm) y queda retenido en el tamiz normalizado N°200 (74um) y que deberá cumplir con los límites establecidos en la NTP 400.037.

Especificaciones técnicas: Debe estar compuesto de partículas limpias, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, esquistos, material orgánico u otras sustancias dañinas.

La gradación del agregado fino deberá estar dentro de los límites establecidos por la NTP 400.037.

El agregado fino no deberá retener más de 45% entre dos tamices consecutivos.

El módulo de fineza del agregado fino no será menor que 2.3 ni mayor de 3.1.

En una cantera determinada el módulo de fineza base no deberá variar en más de 0.20, siendo este el valor típico de la cantera.

Se recomienda que las sustancias dañinas no excedan los porcentajes máximos del 3%

para terrones de arcilla y partículas desmenuzables; 5% del material más fino que la malla N°200 y 0.5% de carbón lignito.

Los agregados sujetos a la prueba de impurezas orgánicas que produzcan un color más oscuro que el estándar deberán ser desechados.

Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes.

Granulometría (NTP 400.037): “El análisis granulométrico deberá corresponder a la gradación indicada en la tabla de la norma técnica peruana NTP 400.037, donde se establece los valores límites o requisitos granulométricos que garantizaran las propiedades físicas del agregado fino”.

Tabla N° 2:

Requisitos granulométricos para el agregado fino.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8 pulg)	100
4.75mm (N°4)	95 a 100
2.36mm (N°8)	80 a 100
1.18mm (N°16)	50 a 85
600µm (N°30)	25 a 60
300µm (N°50)	05 a 30
150µm (N°100)	0 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037.

Módulo de fineza (NTP 400.011): Factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividido por 100. Para el agregado fino la suma de los porcentajes acumulados retenidos de la serie especificada será en los tamices N° 4, 8, 16, 30, 50, 100.

$$M_f = \frac{\Sigma \% \text{ Acumulados Retenidos (N}^\circ 4, \text{N}^\circ 8, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100)}{100}$$

Criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material utilizado. (Sánchez de Guzman, 2003)

“Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia” (Abanto, 1994).

Contenido de humedad (NTP 339.185): Es la cantidad de agua que posee el material en estado natural, en relación al peso de la muestra seca expresado en porcentaje. Es una característica importante porque hace variar la relación agua/cemento del diseño de mezcla y por tanto influye en la resistencia y otras propiedades del concreto.

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100$$

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

Peso específico: El peso específico de los agregados es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que para bajos valores generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

Peso específico de masa “Pem”: Es la relación, a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material); respecto de la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

$$\text{Peso específico de masa} = \text{Pem} = \frac{A}{(B - C)}$$

Dónde:

A = Peso Material Seco en Horno (A 105 °C), en gr.

B = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Aire), en gr.

C = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Agua), en gr.

B-C= Volumen Bruto = (Volumen Masa + Volumen de Vacíos), en cm³.

Peso específico de masa saturada con superficie seca “P_{SSS}”: Se define como la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables saturados con agua e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases.

$$\text{Peso específico de masa SSS} = P_{SSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

Dónde:

B = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Aire), en gr.

C = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Agua), en gr.

(B-C) = Volumen Bruto = Volumen Masa + Volumen de Vacíos, en cm³.

Peso específico aparente “P_{ea}”: Se define como la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material respecto de la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases, si el material es un sólido el volumen es aquel de la porción impermeable.

$$\text{Peso específico aparente} = P_{ea} = \frac{A}{(A - C)}$$

Dónde:

A = Peso Material Seco en Horno (A 105 °C), en gr.

C = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Agua), en gr.

A-C= Volumen Neto, en cm³.

Absorción “Ab”: la absorción es la cantidad de agua total que el agregado puede absorber de la condición seca a la condición saturada superficialmente seco en relación al peso de la muestra seca y es expresado en porcentaje.

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

Dónde:

A = Peso Material Seco en Horno (A 105 °C), en gr.

B = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Aire), en gr.

Peso unitario (NTP 400.017): Esta norma técnica peruana establece la determinación de la densidad de masa o peso unitario del agregado e condición suelta o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable a los agregados que no excedan los 125 mm como tamaño nominal máximo.

Peso Unitario Suelto: (P.U.S.): Viene a ser el peso del material en forma natural por unidad de volumen conocido. Este peso se utiliza para convertir cantidades en peso a cantidades en volumen.

$$P. U. S. = \frac{\text{Peso del material suelto (Kg)}}{\text{Volumen del recipiente(m}^3\text{)}}$$

Peso Unitario Compactado: (P.U.C.): Viene a ser el peso del material por unidad de volumen conocido después de un proceso de apisonado. Este ensayo nos puede determinar el grado de compactación que pueden presentar los materiales en su estado natural.

$$P. U. C. = \frac{\text{Peso del material compactado (Kg)}}{\text{Volumen del recipiente(m}^3\text{)}}$$

El peso unitario varía de acuerdo a las condiciones intrínsecas del agregado, tales como su forma, granulometría y tamaño máximo asimismo depende de factores externos como la relación del tamaño máximo con el volumen del recipiente, la consolidación,

la forma de colocación, etc.

Agregado grueso Es el agregado retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma NTP 400.037.

Especificaciones técnicas: Debe estar compuesto de partículas químicamente estables, libre de escamas, tierra, polvo, limo, humus, material orgánico u otras sustancias dañinas.

La gradación del agregado grueso deberá estar dentro de los límites establecidos por la NTP 400.037. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE E.060 Concreto Armado; el tamaño máximo del agregado a tomar será $1/5$ de la menor dimensión entre caras de encofrados o $1/3$ de la altura de las losas o $3/4$ del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.

La resistencia mecánica o abrasión es una característica del agregado grueso y serán determinadas por el método de los ángeles, donde su valor no deberá exceder del 50%.

Se recomienda que las sustancias dañinas no excedan los porcentajes máximos del 1% para terrones de arcilla y partículas desmenuzables; 5% del material más fino que la malla N°200 y 0.5% de carbón lignito.

Los agregados sujetos a la prueba de impurezas orgánicas que produzcan un color más oscuro que el estándar deberán ser desechados.

Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes.

Granulometría (NTP 400.037): El análisis granulométrico deberá corresponder a la gradación indicada en la tabla de la norma técnica peruana NTP 400.037, donde se establece los valores límites.

Tabla N° 3

Especificaciones de gradación del agregado grueso

Número del tamaño del agregado	Tamaño nominal (tamices de abertura cuadrada)	Material que pasa uno de los siguientes tamices (porcentaje en masa)												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	1,18 mm (N° 16)
1	90 mm a 37,5 mm	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37,5 mm	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25,0 mm	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-
357	50 mm a 4,75 mm (N° 4)	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-	-
4	37,5 mm a 19,00 mm	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-
467	37,5 mm a 4,75 mm (N° 4)	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-
5	25,0 mm a 12,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-
56	25,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-	-
57	25,0 mm a 4,75 mm (N° 4)	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-
6	19,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-
67	19,0 mm a 4,75 mm (N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-
7	12,5 mm a 4,75 mm (N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	-
8	9,5 mm a 2,36 mm (N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

Fuente: NTP 400.037

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

Tamaño máximo nominal: De acuerdo a la Norma Técnica Peruana, define al Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso como aquel que “corresponde el menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5% a 10%”.

Módulo de fineza (NTP 400.011): El módulo de fineza del agregado grueso, es menos usado que el del fino, para su cálculo se usa el mismo criterio que para el agregado fino, es decir se suman los porcentajes retenidos acumulados de material y se divide la suma por 100 (Abanto, 1994).

Contenido de humedad (NTP 339.185): La Norma Técnica Peruana NTP 339.185, establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad. Donde el cálculo se determina con el mismo criterio que para el agregado fino.

Peso específico y absorción (NTP 400.021): La Norma Técnica Peruana NTP 400.021,

establece el método de ensayo para determinar el peso específico (densidad); peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas en agua del agregado grueso. Donde el cálculo se determina con el mismo criterio que para el agregado fino.

Agregado global: Es el agregado de material compuesto de agregado fino y agregado grueso, cuya combinación producirá un concreto de máxima compacidad. En la NTP 400.037 en el Anexo 1, se muestran los límites granulométricos del agregado global y se recomienda realizar ensayos sobre diseños de mezcla para una mejor experiencia.

El agregado global esta normalizado en los países de Inglaterra, Francia y Alemania.

Especificaciones técnicas: Debe estar compuesto de partículas libre de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, material orgánico u otras sustancias dañinas.

La gradación del agregado global deberá estar dentro de los límites recomendados por la NTP 400.037.

Los agregados sujetos a la prueba de impurezas orgánicas que produzcan un color más oscuro que el estándar deberán ser desechados.

Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes.

Granulometría (NTP 400.037): El análisis granulométrico deberá corresponder a la gradación recomendada en la tabla de la norma técnica peruana NTP 400.037, donde se establece los valores límites.

Tabla N° 4:

Especificaciones de gradación del agregado global

Tamiz	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados		
	Tamaño máximo nominal		
	37,5 mm (1 ½ pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)
50 mm (2 pulg)	100		
37,5 mm (1 ½ pulg)	95 a 100	100	
19,0 mm (¾ pulg)	45 a 80	95 a 100	
12,5 mm (1/2 pulg)			100
9,5 mm (3/8 pulg)			95 a 100
4,75 mm (No. 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2,36 mm (No. 8)			20 a 50
1,18 mm (No. 16)			15 a 40
600 µm (No. 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 µm (No. 50)			5 a 15
150 µm (No. 100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*
*Incrementar 10 % para finos de roca triturada			

Fuente: NTP 400.037

Módulo de fineza (NTP 400.011): El módulo de fineza del agregado global, es menos usado que el del fino y grueso, para su cálculo se usa el mismo criterio que para el agregado fino y grueso, es decir se suman los porcentajes retenidos acumulados de material y se divide la suma por 100 (Abanto, 1994).

Contenido de humedad (NTP 339.185): La Norma Técnica Peruana NTP 339.185, establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad. Donde el cálculo se determina con el mismo criterio que para el agregado fino.

1.2.3 Concreto en estado fresco

Durante el periodo en que el concreto en su inicio se comporta como un líquido, este es denominado “concreto en estado fresco”

A continuación, se describen los tipos de propiedades más importantes en este estado y su respectivo ensayo a realizar en este estudio.

Trabajabilidad: En el sentido más estricto, la trabajabilidad es la cantidad de trabajo interno útil necesaria para producir la compactación total. Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

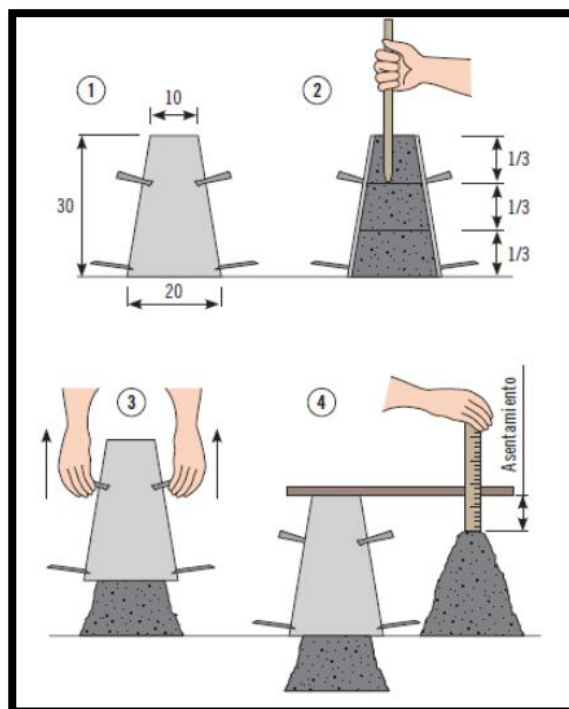
El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el “Slump” o asentamiento con el cono de Abrams, que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, sin embargo, debe tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad, es sólo una manera de detectar cambios en la uniformidad de las mezclas en relación a la cantidad de agua y/o granulometría.

Para medir la trabajabilidad de las mezclas se utilizará la prueba de revenimiento, o asentamiento en el cono de Abrams, siguiendo la norma ASTM C 143 y NTP 339.035.

Ensayo de asentamiento: Para realizar esta prueba se utiliza un molde en forma de cono truncado de 30 cm de altura, con un diámetro inferior en su base de 20cm, y en la parte superior un diámetro de 10 cm. Para compactar el concreto se utiliza una varilla de acero liso estándar de 5/8” (16mm) de diámetro, redondeada en el extremo y con una longitud de 60 cm, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 1

Procedimiento del cono de Abrams.



Fuente: Neville y Brooks

Técnicamente el ensayo se fundamenta en los siguientes pasos:

Llenado: El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas evitando el movimiento del molde durante el llenado, seguidamente se llena el molde en tres capas con el mismo volumen y se apisona cada una de ellas con la varilla, aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente.

Apisonado: al apisonar la capa inferior se darán los primeros golpes con la varilla ligeramente inclinada alrededor del perímetro. Al apisonar la capa media y superior se darán los golpes con la varilla hasta la capa subyacente. Durante el apisonado de la última capa se deberá mantener permanentemente un exceso de hormigón sobre el borde superior del molde.

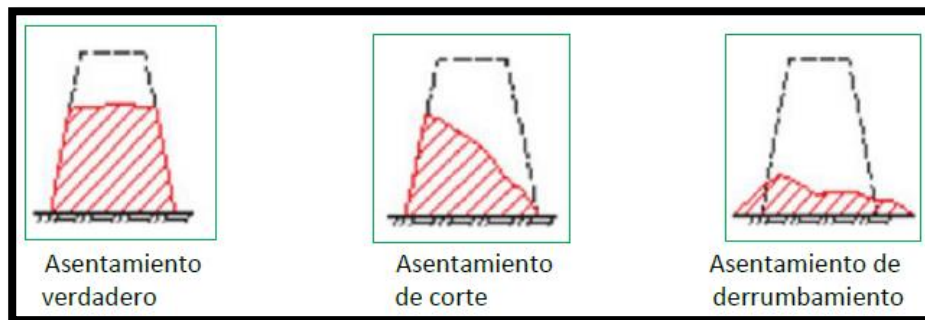
En la superficie superior se elimina enrasando lo que sobra haciendo rodar la misma varilla por encima. Inmediatamente después del llenado se levanta verticalmente el cono con suavidad sin perturbar el concreto.

Medición del asentamiento: una vez levantado el molde, se mide inmediatamente la disminución de la altura del concreto moldeado respecto del molde.

Si en vez de desplomarse uniformemente en todo el alrededor, como en un verdadero desplome (figura N°2) la mitad del cono se desliza en un plano inclinado, se dice que ocurre un revenimiento cortante y la prueba debe repetirse. Si persiste el revenimiento cortante, como puede ser el caso con mezclas ásperas, será una señal de falta de cohesión de la mezcla.

Figura 2

Tipos de asentamiento



Fuente: Neville y Brooks

Segregación: Separación de los componentes de la mezcla fresca de hormigón provocando que en su composición la distribución de las partículas no sea uniforme, lo cual se puede evidenciar en la figura N°3.

Los factores que provocan segregación podrían deberse a:

- Diferencia de densidades entre sus componentes
- Tamaño y forma de las partículas
- Distribución granulométrica inadecuada
- Procesos de elaboración (Mezclado, transporte, colocación y compactación)

Figura 3

Segregación en el concreto



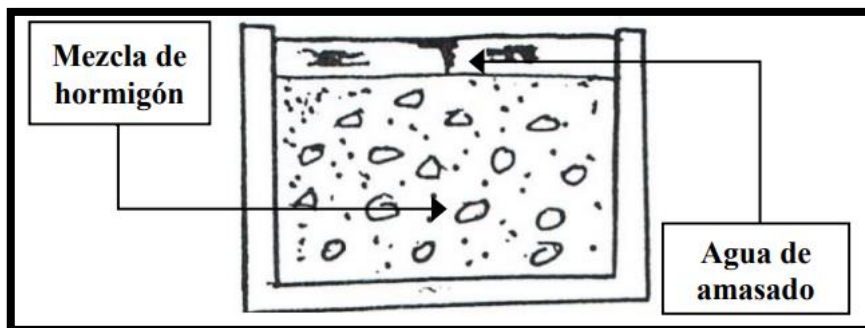
Fuente: Nelson Trochez

Exudación o sangrado: La exudación del concreto fresco es un el fenómeno que se produce por el ascenso del agua de amasado de una mezcla de hormigón durante el tiempo que dura su fraguado y es una forma de segregación de los componentes de una mezcla de concreto fresco en la que el agua tiende a elevarse hacia la superficie como consecuencia de la incapacidad de los áridos de arrastrarla con ellos al irse compactando (Ingeniero de Caminos, 2018). En la figura N°4 se observa gráficamente esta anomalía.

El ensayo normalizado para la determinación de la exudación corresponde a la ASTM C232 el cual comprende dos métodos. En el primer caso se compacta el espécimen por apisonamiento y en el segundo caso se lo hace mediante vibración.

Figura 4

Exudación en el concreto



Fuente: Nelson Trochez

Densidad de masa: Conforme a las especificaciones de ASTM C29, al presente la terminología “peso unitario” queda obsoleta y preferiblemente se debe usar el término “densidad de masa”, la cual es la masa de una unidad de volumen de material de agregado voluminoso, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas. Expresado en $lb\ ft^3$ [kg/ m^3]. Para la determinación de la masa unitaria la ASTM C138 propone la aplicación del

método gravimétrico (Figura N° 5). En síntesis, el ensayo consiste en llenar un recipiente en tres capas de igual volumen, apisonar o vibrar cada capa acorde al asentamiento de la mezcla, pesar y realizar los cálculos pertinentes.

Figura 5

Determinación de la densidad de masa en el concreto



Fuente: ACI

Contenido de aire: El aire está presente en mayor o menor medida en todos los tipos de hormigones, ya sea porque es atrapado durante el proceso de mezclado o porque es intencionalmente incorporado mediante cementos o aditivos incorporadores de aire.

Para la determinación del contenido de aire en estado fresco se presentan tres procedimientos: presión, volumétrico y gravimétrico (ASTM C173, C 231 y C 138 respectivamente), cabe recalcar que en todos los métodos la medición del contenido de aire se realiza dentro de los primeros cinco minutos de obtener la muestra.

1.2.4 Concreto en estado endurecido

Compacidad: Es la relación por cociente entre el volumen absoluto y volumen aparente.

$$C = (V - v)/V$$

Donde:

V = volumen aparente

v = volumen de huecos

Porosidad: Relación por cociente entre volumen de huecos y volumen aparente.

$$P = v/V$$

Índice de huecos: Relación por cociente entre el volumen de huecos y el volumen absoluto.

$$I = v/(V-v)$$

El índice de huecos I es el cociente entre la porosidad “P” y la compacidad del material “C”.

$$I = P/C$$

Resistencia a compresión: La resistencia de un material es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos sin fallar.

Se emplea la resistencia a compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran incrementándose esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura) (Abanto, 1994, p.50-51).

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

$$f'c = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right); A = \frac{\pi\phi^2}{4}$$

Donde

$f'c$: Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto.

P: Carga de Rotura (kg)

ϕ : Diámetro de la briqueta cilíndrica (cm)

Permeabilidad: Kosmatka, et al. (2004), mencionan en su estudio que las pruebas de permeabilidad de los concretos disminuyen a medida que la cantidad de material cementante hidratado aumenta y a medida que la relación agua-material cementante disminuye. La permeabilidad es afectada por la relación agua-cemento, el grado de hidratación del cemento y el periodo del curado húmedo. Un concreto de baja permeabilidad requiere una relación agua-cemento baja y un periodo de curado adecuado. El aire incluido ayuda la estanqueidad, pero tiene poco efecto sobre la permeabilidad. La permeabilidad aumenta con el secado.

1.2.5 Diseño de mezcla con el método comité 211 del ACI

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en algunas de las tablas presentadas en este libro, permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica de concreto. El procedimiento para la selección de las proporciones que se presenta es aplicable a concretos de peso normal y a las condiciones que para cada una de las tablas que indican en ellas.

Aunque los mismos datos básicos y procedimientos pueden ser empleados en el diseño de concretos pesados y concretos ciclópeos, al tratar estos se da la información complementaria.

Es usual que las características de obra establezcan limitaciones a quien tiene la responsabilidad de diseñar la mezcla. Entre dichas limitaciones pueden estar:

- Relación agua-cemento máxima
- Contenido mínimo de cemento
- Contenido máximo de aire
- Asentamiento
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso

- Resistencia en compresión mínima
- Requisitos especiales relacionados con la resistencia promedio, el empleo de aditivos, o la utilización de tipos especiales de cemento o agregados.

La estimación de las cantidades de materiales requeridas para preparar una unidad cubica de concreto implica una secuencia cuyo cumplimiento permite, en función de las características de los materiales, preparar la mezcla adecuada para el trabajo que se va a efectuar.

Independientemente que las características finales del concreto sean indicadas en las especificaciones o dejadas al criterio del profesional responsable del diseño de la mezcla, las cantidades de materiales por metro cubico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el Método del Comité 211 del ACI, siguiendo la secuencia que a continuación se indica:

- Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar.
- Selección de tamaño máximo nominal del agregado.
- Selección del asentamiento.
- Selección de volumen unitario del agua de diseño.
- Selección del contenido de aire.
- Selección de la relación agua-cemento por resistencia y por durabilidad.
- Determinación del factor cemento.
- Determinación del contenido de agregado.
- Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado.
- Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, y agregado.
- Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.

- Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra.
- Determinación de los pesos por tanda de un saco.

1.2.6 *Análisis estadístico*

Las medidas de variación o dispersión están relacionadas con las medidas de tendencia central, ya que lo que pretende es cuantificar como de concentrados o dispersos están los datos respecto a estas medidas. Nos limitaremos a dar medidas de dispersión asociadas a la media.

La media aritmética: es el promedio aritmético de todos los resultados de los ensayos.

$$\bar{X} = (f_1 * X_1 + f_1 * X_2 + f_1 * X_3 + \dots + f_1 * X_n) / n$$

La varianza: cuando la población es finita y está formado por n valores, la varianza se define como:

$$S^2 = [(x_1 - \bar{X})^2 + (x_2 - \bar{X})^2 + \dots + (x_n - \bar{X})^2] / (n-1)$$

La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza y nos indica que tan dispersos están los resultados de la media aritmética.

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

El Coeficiente de Variación, es la división entre la desviación estándar y la media aritmética de las muestras, expresado en porcentaje. También conocida como coeficiente de variación existente entre la desviación estándar y la media, esta medida indica que entre mayor porcentaje de variación es mayor la dispersión.

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

El coeficiente de variación, es una medida de dispersión relativamente adimensional que sirve para determinar el grado de homogeneidad o heterogeneidad de un grupo o serie estadística que se analiza, y es de gran utilidad sobre todo cuando se comparan distribuciones.

Coeficiente de correlación de Pearson: El coeficiente de correlación de Pearson, se ajusta al tipo de información cuantitativa, esto con la finalidad de detectar y medir la asociación entre variables. Los valores del coeficiente de correlación oscilan entre ± 1 , y se explica de la siguiente manera:

- El valor de $r=+1$, indica una correlación positiva perfecta o correlación directa, cuando al aumentar ó disminuir el valor de la variable independiente, aumenta ó disminuye también el valor de la variable dependiente (pendiente positiva).
- El valor de $r=-1$, expresa una correlación inversa o relación negativa perfecta, cuando al aumentar ó disminuir el valor de la variable independiente, disminuye ó aumenta el valor de la variable dependiente (pendiente negativa).
- El valor $r=0$, indica ausencia absoluta de correlación, es decir las dos variables no están correlacionadas o relacionadas.

El coeficiente de correlación está definido por:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - n\bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2] \cdot [\sum_{i=1}^n Y_i^2 - n\bar{Y}^2]}}$$

Los rangos del coeficiente de correlación, se puede interpretar haciendo uso de las siguientes expresiones:

$r=0.2$ a $r=0.3$ coeficiente de correlación muy bajo.

$r=0.4$ a $r=0.5$ coeficiente de correlación bajo.

$r=0.6$ a $r=0.7$ coeficiente de correlación alto.

$r=0.8$ a $r=1.0$ coeficiente de correlación muy alto.

Coeficiente de determinación: El coeficiente de determinación R^2 , es el valor cuadrado del coeficiente r de Pearson y representa la proporción de la varianza explicada por una variable respecto a la varianza total, también se le conoce con el nombre de determinación porque se considera como medida del grado de influencia de una

variable frente a la otra variable. El coeficiente de determinación mide la proporción de la variación que se explica por la variable independiente en el modelo de regresión, y está definido por:

$$R^2=r^2$$

1.3 Definición de Términos Básicos

Granulometría: En un suelo se distinguen tres fases constituyentes: la sólida, la líquida y la gaseosa. La fase sólida está formada por las partículas minerales del suelo (incluyendo la capa sólida adsorbida); la líquida por el agua (libre, específicamente), aunque en el suelo pueden existir otros líquidos de menor significación; la fase gaseosa comprende sobre todo el aire, pero pueden estar presentes otros gases (vapores sulfurosos, anhídrido carbónico, etc.).

Concreto: El concreto es una mezcla de cemento portland agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuados para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistente: Concreto = Cemento Portland + Agregados + Aire + Agua.

Cemento Portland: Es un cemento comercial de fácil adquisición, está compuesto por Clinker (caliza procesada), yeso y según sea el caso puzolánico (piedra volcánica).

Rotura de Probetas: Es el ensayo en el cual las probetas de concreto se colocan bajo una fuerza de compresión con una presa hidráulica la cual nos dar la resistencia al concreto.

ASTM: American Society of Testing Materials. Organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para materiales, productos, sistemas y servicios.

Concreto Fresco: Se le llama así al concreto en estado plástico, cuando aún no ha sido iniciado su proceso de fraguado. El concreto fresco debe ser adecuado para la obra

particular a la que se destine, en especial su docilidad que debe permitir recibirlo, transportarlo, colocarlo en los encofrados y terminarlo con los medios disponibles. Durante estas actividades no debe producirse ninguna segregación de los materiales componentes, en especial el agua. Una vez terminada la colocación del concreto en los encofrados, debe ser homogéneo, compacto y uniforme.

Concreto Endurecido: Estado físico del concreto donde se caracteriza por su dureza y rigidez, y que se produce cuando termina el fraguado, a partir de la cual, el conjunto de materiales granulares, pulverulentos y agua, se han convertido en una verdadera piedra artificial.

Absorción: es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un periodo de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas, expresado como porcentaje de la masa.

Hormigón: el agregado denominado comúnmente hormigón es una mezcla natural, en proporciones arbitrarias, de agregado fino y grueso procedente de río o cantera. El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica u otras sustancias dañinas para el concreto. Su granulometría deberá estar comprendida entre la malla 2" como máximo y la malla N° 100 como mínimo.

Peso Específico: Se Define al peso específico de una substancia, como la relación entre el peso de esta y su volumen, partiendo de esta definición se deduce que el peso específico de una substancia es igual al producto de su densidad por la gravedad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras

Chullqui y Andabamba, a fin de diseñar una mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.4.2 *Objetivos específicos*

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado de la cantera Chullqui, a fin de diseñar una mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado de la cantera Andabamba, a fin de diseñar una mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto usando los agregados de la cantera Chullqui, a fin de validar el diseño de la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto usando los agregados de la cantera Andabamba, a fin de validar el diseño de la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Realizar un análisis comparativo del concreto y de los agregados usados de la cantera Chullqui y Andabamba.

1.5 Hipótesis

1.5.1 *Hipótesis general*

Al determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras Chullqui y Andabamba, permitirá diseñar la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

Al determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado de la cantera Chullqui, permitirá diseñar la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Al determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado de la cantera Andabamba, permitirá diseñar la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Al determinar la resistencia a la compresión del concreto usando los agregados de la cantera Chullqui, permitirá diseñar la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Al determinar la resistencia a la compresión del concreto usando los agregados de la cantera Andabamba, permitirá diseñar la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Al realizar un análisis comparativo del concreto y de los agregados usados de la cantera Chullqui y Andabamba, permitirá elegir el mejor.

1.6 Operacionalización de Variables (NTP 400.037)

Tabla N° 5

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentación	Herramientas
Variable independiente Propiedades físicas y mecánicas de los agregados	Propiedades físicas	Granulometría	Ensayos de laboratorio estándar.	NTP 400.012
		Peso específico		NTP 400.22
		Absorción		NTP 339185
		Contenido de humedad		NTP 339.046
		Peso unitario suelto y compactado		NTP 400.018
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la degradación	Ensayo de abrasión o ensayo de los ángeles	NTP 400.019
Variable dependiente Diseño de mezcla	Proporción de la mezcla	Cemento Agregado (hormigón) agua	Metodología del ACI	Método del comité 211 del ACI
	Resistencia a la compresión	Resistencia mayores a 210 kg/cm ²	Ensayo de concreto en estado endurecido	NTP 339.034

Fuente: tesis

1.7 Población y Muestra

La población está conformada por 18 probetas de concreto, lo cual está distribuida por 9 probetas de concreto utilizando la cantera Chullqui y 9 probetas de la cantera Andabamba, con cemento tipo portland I.

La muestra sería con el 100% de confiabilidad, entonces se tomaría las 18 probetas, divididas de la siguiente manera:

Tabla N° 6:

Muestra de probetas

Días de rotura	Probeta con la cantera Chullqui	Probeta con la cantera Andabamba	Total
7 días	3	3	18
14 días	3	3	probetas
28 días	3	3	

Fuente: Tesistas

Capítulo II

Marco Metodológico

2.1 Método de Investigación

De acuerdo a la orientación es Aplicada, ya que se utilizó teorías existentes como las Normas Técnicas Peruanas y el ASTM, para determinar las propiedades físicas del agregado y las propiedades del concreto. También para el diseño de mezcla del concreto se utilizará la metodología ACI.

De acuerdo al enfoque es cuantitativo, ya que se realizó mediciones objetivas de los indicadores empleando valores numéricos y comparar dos canteras para el concreto, el primer será el análisis de la cantera Chullqui y el segundo el análisis de cantera Andabamba, donde se compara las propiedades físicas y mecánicas del agregado (hormigón) y poder comparar.

De acuerdo a la fuente donde se va recabar los datos es retrolectiva, ya que existieron formatos, fichas y encuestas donde se va a tomar nota de todos los ensayos realizados a los agregados y del concreto endurecido, utilizando formatos de ASTM y NTP.

2.2 Tipo De Investigación

El tipo de la investigación es correlacional, porque se definió el grado de relación que hay entre las variables de estudio, también la relación que tiene el concreto con los agregados de la cantera Chullqui y con los agregados de la cantera Andabamba. **Explicativo**, porque se describió los resultados de las propiedades físicas y mecánicas a través de ensayos de los agregados y del concreto de las dos canteras.

2.3 Diseño de la Investigación

El diseño de esta investigación **experimental**, porque se manipularon las variables independientes, y estuvo sometido a constante variación y medición por varios ensayos de laboratorios, para comparar las propiedades físicas y mecánicas de los

agregados de las dos canteras.

De acuerdo con la direccionalidad es prospectiva, Porque se midió y analizo en el presente las causas que pueda ocasionar el uso de los agregados de las dos canteras en el concreto, y efecto en el futuro para poder implementar el uso y las mejoras que pueda ocasionar al concreto.

De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado es transversal, Porque se recolectaron y midieron los datos una sola vez de la variable, e inmediatamente se procedió a su descripción y análisis de los datos obtenidos de cada ensayo.

2.4 Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Fuentes primaria: Se considera como instrumento de recolección de datos, los formatos estandarizados de los ensayos de laboratorio según las especificaciones de la normativa nacional (NTP)

Fuentes Secundarias: libros, revistas, manuales, tesis, material electrónico.

Tabla N° 7:

Normas técnicas para determinar las propiedades físicas y mecánica del agregado.

Ensayo	Norma
Extracción de la muestra	NTP 400.010
Granulometría	NTP 400.012
Peso específico y absorción	NTP 400.021
Contenido de humedad	NTP 339.185
Terrones de arcilla y partícula desmenuzables	NTP 400.015
Porcentaje de finos que pasa la malla N°200	NTP 400.018
Partículas livianas, carbón y lignito	NTP 400.023
Contenido de cloruros y sulfatos	NTP 400.014
Ensayo de abrasión	NTP 400.019

Fuente: Tesistas

Tabla N° 8

Normas técnicas para determinar las propiedades del concreto

Ensayo	Norma
Tiempo de fraguado	NTP 334.006
Temperatura de mezcla del concreto	NTP 339.184
Densidad, rendimiento y contenido de aire	NTP 339.046
Asentamiento del concreto	NTP 339.035
Elaboración y curado de especímenes	NTP 339.033
Resistencia a la compresión	NTP 339.034

Fuente: Tesistas

2.5 Procesamiento y Presentación de Datos

El Procesamiento de datos se realizaron en Excel y se desarrolló el coeficiente de variación, desviación estándar, coeficiente de Persón y coeficiente de determinación para validar los resultados.

Se realizaron cuadros estadísticos, gráficos, histogramas, etc. para poder interpretar mejor los resultados obtenidos producto de los ensayos.

Capítulo III

Discusión de Resultados

3.1 Aspectos Generales

3.1.1 *Cantera Chullqui*

Ubicación geográfica: La cantera Chullqui se encuentra ubicado en la sierra central del Perú, a 19 km de la carretera Huánuco – Tingo María (PE 3N), al margen derecho del río Huallaga, que se encuentra administrada por el centro poblado de Chullqui.

Departamento : Huánuco

Provincia : Huánuco

Distrito : Churubamba

Localidad : Chullqui

Coordenadas UTM – WGS84:

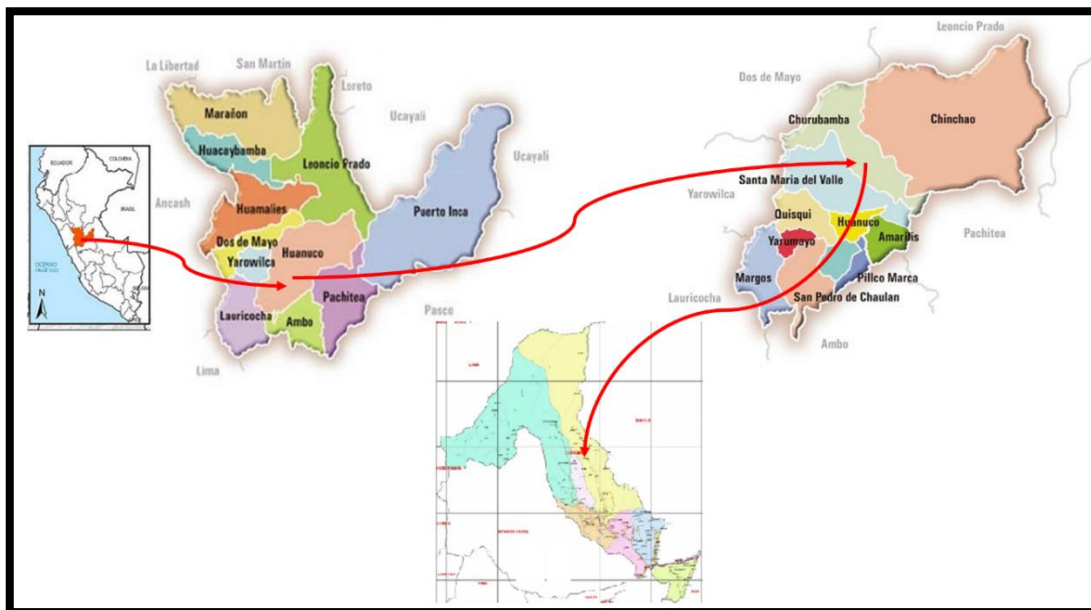
Coordenada este : 377380.49

Coordenada norte : 8912313.65

Altitud : 1797

Ilustración 1

Ubicación política.



Fuente: Tesistas

Ilustración 2

Ubicación de la cantera Chullqui.



Fuente: Tesistas

Clima: El clima que presenta la zona es templado a frío, los veranos son cortos, cómodos y mayormente nublados siendo la época de verano sin presencia de

lluvias los meses de abril a octubre y los inviernos son largos, frescos y nublados, siendo los meses de noviembre a marzo.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 10 °C a 22°C y rara vez baja a menos de 8 °C o sube a más de 24 °C.

El verano comienza en el mes de abril y dura hasta finales de octubre. El invierno comienza en el mes de noviembre y dura hasta finales del mes de marzo, se caracteriza principalmente por la presencia de lluvias durante toda la estación y estas son aprovechadas para la agricultura, ya que dependen en su totalidad de las lluvias.

3.1.2 Canteras Andabamba

Ubicación geográfica: La cantera Andabamba se encuentra ubicada en la sierra central del Perú, a 7 km de la carretera Huánuco – Lima (PE 3N), al margen izquierdo del río Huallaga, que se encuentra administrada por el centro poblado de Andabamba.

Departamento : Huánuco

Provincia : Huánuco

Distrito : Pillco Marca

Localidad : Andabamba

Coordenadas UTM – WGS84:

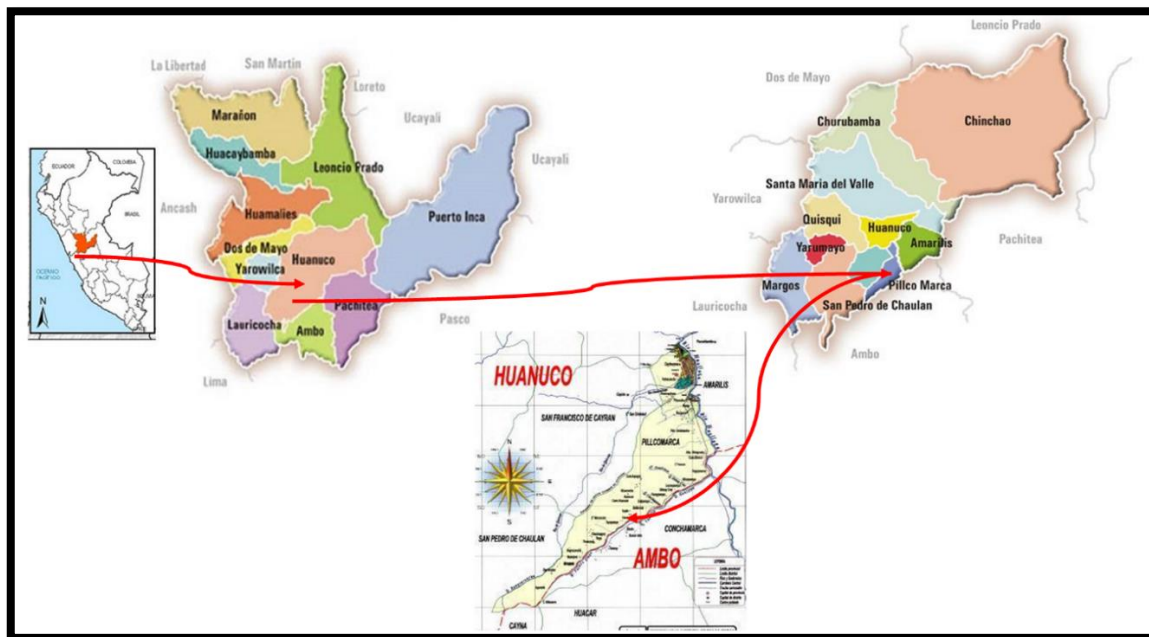
Coordenada este : 364101

Coordenada norte : 8894697

Altitud : 1958

Ilustración 3

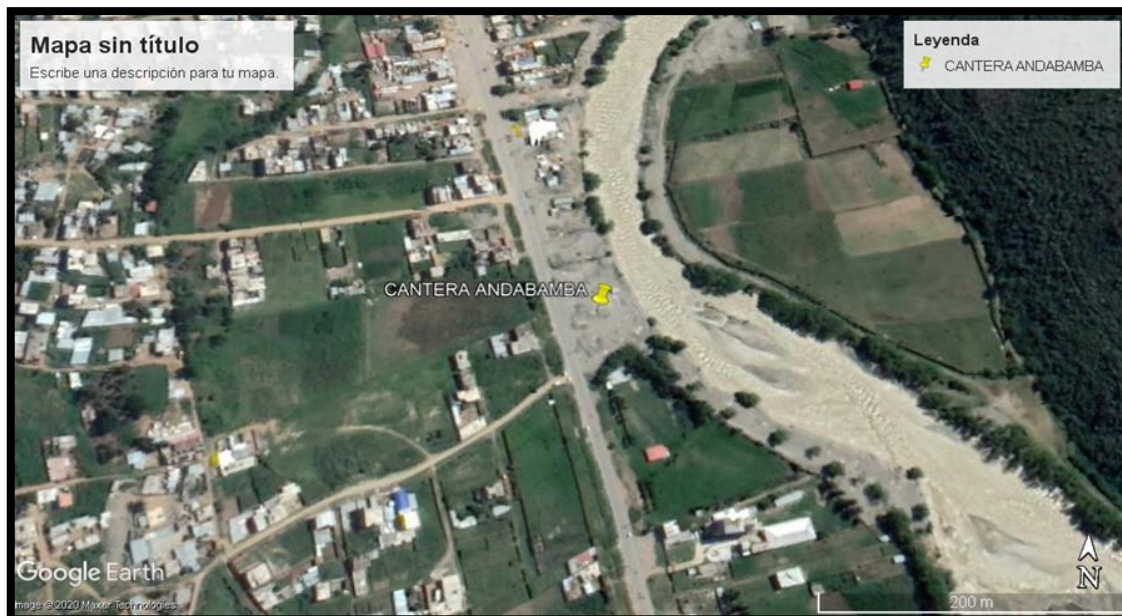
Ubicación política.



Fuente: Tesistas

Ilustración 4

Ubicación de la cantera Andabamba



Fuente: Tesistas

Clima: En la zona la temperatura máxima promedio ocurre entre los meses de mayo y noviembre, con temperaturas de 25.4°C a 27.1°C, Las temperaturas medias

oscilan anualmente entre 21.4°C a 20.3°C en los meses de octubre y enero, y 19.6°C a 20.7°C entre febrero y setiembre, mientras que las temperaturas, se registran anualmente entre 15,7°C en noviembre y 12,1°C en Julio.

3.2 Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados

3.2.1 Extracción de muestras (NTP 400.010)

El trabajo de campo y el muestreo se realizaron siguiendo los procedimientos contemplados en la Norma NTP 400.010.

Con la ayuda de la Tabla N°9, se extrajo aproximadamente 250 Kg de muestra de la cantera de Chullqui y 250 Kg de la cantera de Andabamba; cantidades suficientes para los ensayos realizados en el laboratorio.

Tabla N° 9:

Medida de las muestras

Tamaño máximo nominal del agregado mm (pulg)	Masa mínima aproximada para la muestra de campo kg (lb)	
	Agregado Fino	
2.36 (N°8)		10 (22)
4.75 (N°4)		10 (22)
	Agregado Grueso	
9.5 (3/8)		10 (22)
12.5 (1/2)		15 (35)
19.0 (3/4)		25 (55)
25.0 (1)		50 (110)
37.5 (1 ½)		75 (165)
50 (2)		100 (220)
63 (2 1/2)		125 (275)
75 (3)		150 (330)
90 (3 1/2)		175 (385)

Fuente: NTP 400.010

Ilustración 5

Extracción de la muestra de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Ilustración 6

Extracción de la muestra de la cantera Andabamba



Fuente: Tesistas

3.2.2 Granulometría (NTP 400.012)

Los ensayos físicos de granulometría del agregado global, se realizaron siguiendo los procedimientos contemplados en la NTP 400.012; y la clasificación del agregado se hizo por el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). Ambos ensayos fueron realizados en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelos, Concreto y Asfalto “LABORTEC”.

Criterios utilizados previos al ensayo:

Para determinar el porcentaje del material más fino que pasa la malla de 75 μm (N° 200); se utilizaron los procedimientos descritos en la NTP 400.018.

Para determinar la muestra representativa o reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo; se utilizaron los procedimientos descritos en la NTP 400.043.

Para el agregado global, la cantidad de muestra para el ensayo, se consideraron tal como se indica en la tabla N°10 de cantidades mínimas de la muestra de agregado grueso o global.

Tabla N° 10:

Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global

Tamaño máximo nominal abertura cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo, mínimo kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: NTP 400.012

Descripción del ensayo granulométrico:

Para el ensayo granulométrico se tomaron 03 muestras representativas por cada cantera, por lo que nos permitió tener un mejor análisis y comportamiento de las propiedades físicas de los agregados, tanto de la cantera de Chullqui como de Andabamba.

Cantera Chullqui:

Análisis granulométrico por tamizado de la muestra N°1: Siendo la cantidad de la muestra 4999.8 gr, se desarrolló la tabla N°11 y se representó mediante el grafico N°1

Tabla N° 11:

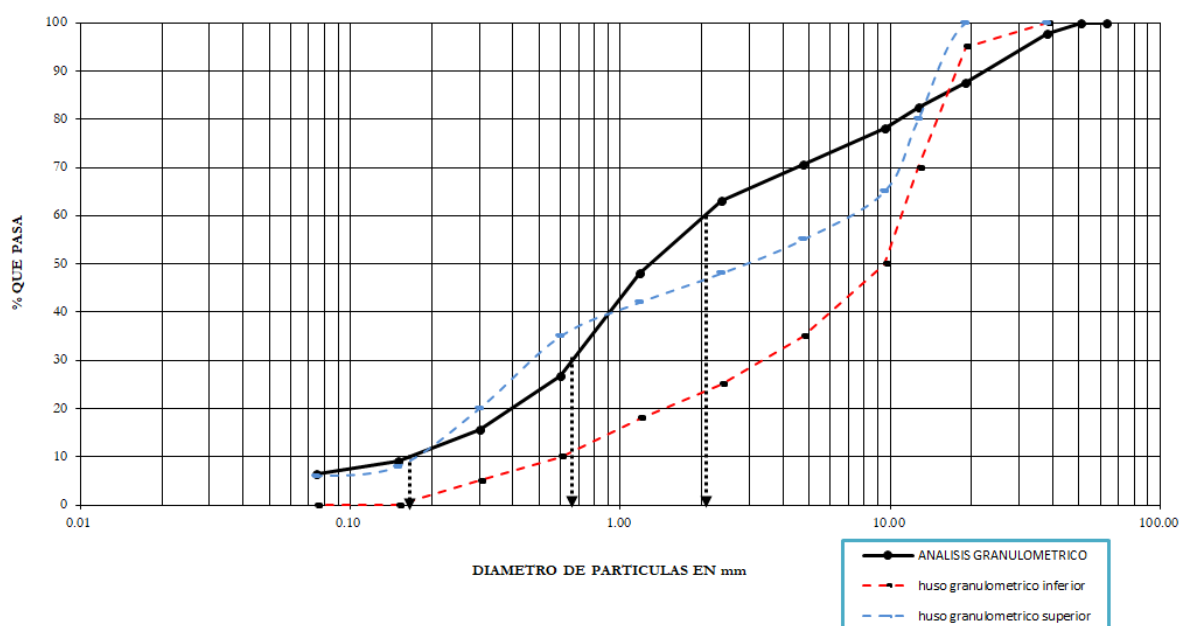
Análisis granulométrico por tamizado muestra N°1, cantera Chullqui.

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4" / Agregado Global		Parametros del Analisis Granulometrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal:
2 1/2"	63.500				100.00			3/4 " Según NTP 400.037
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza:
1 1/2"	38.100	114.40	2.29	2.29	97.71	100	100	4.21
3/4"	19.050	504.20	10.08	12.37	87.63	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200:
1/2"	12.700	259.90	5.20	17.57	82.43			6.40
3/8"	9.525	215.40	4.31	21.88	78.12			% De Humedad:
4"	4.750	369.60	7.39	29.27	70.73	35	55	2.93
8"	2.360	386.10	7.72	36.99	63.01			Clasificación por SUCS:
16"	1.180	745.20	14.90	51.90	48.10			SW - SM
30"	0.600	1065.70	21.31	73.21	26.79	10	35	Arena bien graduada con limo y grava
50"	0.300	556.30	11.13	84.34	15.66			
100"	0.150	326.00	6.52	90.86	9.14	0	8	% Que pasa la N°4
200"	0.075	137.00	2.74	93.60	6.40			70.73
< 200"	0.075	320.00	6.40	100.00				

Fuente: Tesistas

Gráfico 1

Curva granulométrica de la muestra N°1 de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Parámetros del análisis granulométrico

Tamaño máximo : 2"

Tamaño máximo nominal : 3/4"

Módulo de fineza : 4.21

Clasificación del agregado por SUCS La clasificación se inició con el análisis del porcentaje que pasa la malla #200, donde solo paso el 6.40% del material, por lo que la muestra N°1 se trata de una muestra con partículas gruesas y no de partículas finas; esto debido a que es menor al 50% del material pasante, tal como nos indica la tabla de clasificación SUCS.

Seguidamente se procedió al análisis de la malla #04 para determinar si se trata de una arena “S” o una grava “G”; siendo el 70.73% el porcentaje que pasó la malla #04, por lo tanto, se determinó que se trata de una **Arena “S”**; esto debido a que dicho porcentaje que pasa es mayor que el 50%.

Seguidamente se procedió a determinar si se trata de una arena bien graduada “SW” o una arena mal graduada “SP”, para lo cual se analizó el coeficiente de uniformidad “Cu” y el coeficiente de curvatura “Cc”; teniendo que cumplirse las dos condiciones siguientes para ser una arena bien graduada “SW”, caso contrario será una arena mal graduada “SP”, donde la condición es:

$Cu = (D_{60})/(D_{10})$, siendo que ser esta mayor a 6, y

$Cc = (D_{30})^2/(D_{60}) \cdot (D_{10})$ tendrá que estar entre 1 y 3

Siendo para nuestra muestra N°1, se determinó:

$Cu = 11.7$ ($Cu > 6$) Cumple

$Cc = 1.2$ ($1 < Cc < 3$) Cumple

Por lo que se determinó que se trata de una **Arena bien Graduada “SW”**.

Continuando con el procedimiento se volvió al análisis del porcentaje que pasa la malla #200, siendo esta el 6.40% para nuestro caso y la cual se encuentra entre los límites del 5% y 12%; y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS se determinó que requiere el uso de símbolos dobles; es decir que nuestra muestra tendrá la presencia de limo “M” o arcilla “C”.

Siguiendo el procedimiento se procedió al análisis del porcentaje que pasa por el tamiz N°40 para determinar si nuestra muestra tiene plasticidad, por lo que se cogió con las manos un poco del material pasante y agregando agua y haciendo rollitos con ella, pudimos observar que el material no se deja moldear por lo cual se determinó que carece de plasticidad, por consiguiente tiene un índice plástico “IP” igual a cero y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS si el índice de plasticidad es menor a 4, se tendrá la presencia de limo, por lo tanto nuestra muestra tendrá como segundo símbolo una **Arena Limosa “SM”**.

Para nuestra muestra se determinó que se tiene gravas > al 15%, por lo que al final del nombre de nuestra clasificación se agregó “con grava”

Finalmente se determinó que se trata de una Arena bien graduada con limo y grava “SW-SM”

Análisis granulométrico por tamizado de la muestra N°2: Siendo la cantidad de la muestra 5102.70 gr, se desarrolló la tabla N°12 y se representó mediante el grafico N°2.

Tabla N° 12:

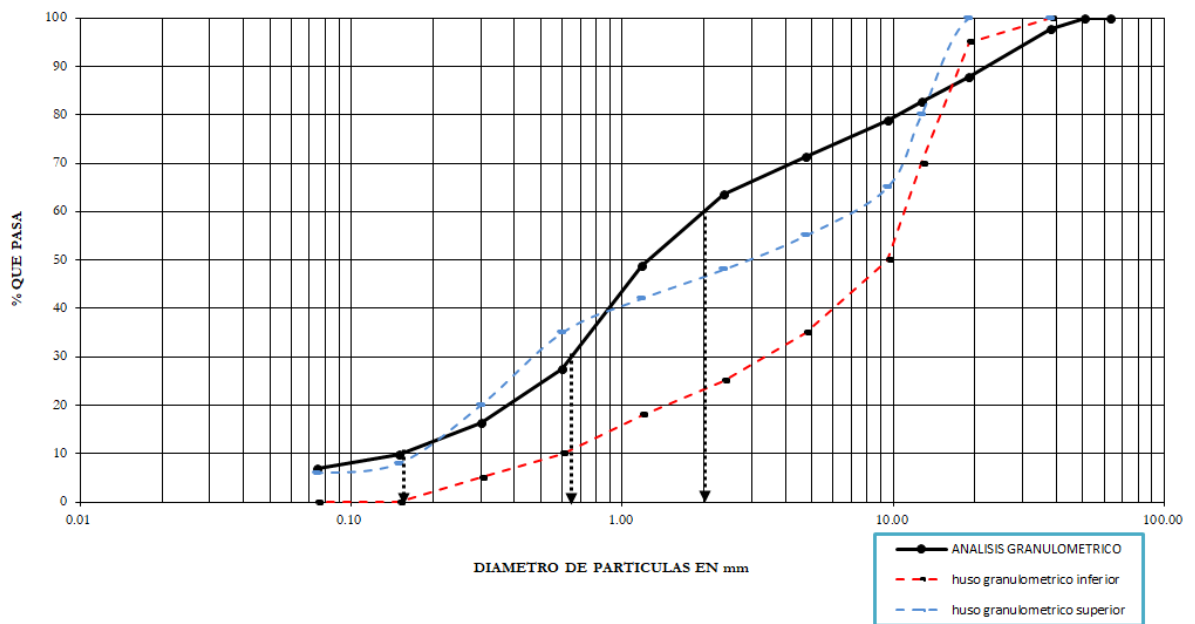
Análisis granulométrico por tamizado muestra N°2, cantera Chullqui.

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4"/ Agregado Global		Parametros del Analisis Granulometrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal:
2 1/2	63.500				100.00			3/4 " Según NTP 400.037
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza:
1 1/2	38.100	121.70	2.38	2.38	97.62	100	100	4.16
3/4"	19.050	496.70	9.73	12.12	87.88	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200:
1/2"	12.700	267.20	5.24	17.36	82.64			6.88
3/8	9.525	196.60	3.85	21.21	78.79			% De Humedad:
4	4.750	378.70	7.42	28.63	71.37	35	55	2.86
8	2.360	395.50	7.75	36.38	63.62			Clasificación por SUCS:
16	1.180	749.80	14.69	51.07	48.93			SW - SM
30	0.600	1096.20	21.48	72.56	27.44	10	35	Arena bien graduada con limo y grava
50	0.300	567.70	11.13	83.68	16.32			
100	0.150	331.90	6.50	90.19	9.81	0	8	% Que pasa la N°4
200	0.075	149.70	2.93	93.12	6.88			71.37
< 200	0.075	351.00	6.88	100.00				

Fuente: Tesistas

Gráfico 2

Curva granulométrica de la muestra N°2 de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Parámetros del análisis granulométrico

Tamaño máximo : 2"

Tamaño máximo nominal : 3/4"

Módulo de fineza : 4.16

Clasificación del agregado por SUCS: La clasificación se inició con el análisis del porcentaje que pasa la malla #200, donde solo paso el 6.88% del material, por lo que la muestra N°2 se trata de una muestra con **Partículas Gruesas** y no de partículas finas; esto debido a que es menor al 50% del material pasante, tal como nos indica la tabla de clasificación SUCS.

Seguidamente se procedió al análisis de la malla #04 para determinar si se trata de una arena "S" o una grava "G"; siendo el 71.37% el porcentaje que pasó la malla #04, por lo tanto, se determinó que se trata de una **Arena "S"**; esto debido a que dicho porcentaje que pasa es mayor que el 50%.

Seguidamente se procedió a determinar si se trata de una arena bien graduada "SW" o

una arena mal graduada “SP”, para lo cual se analizó el coeficiente de uniformidad “Cu” y el coeficiente de curvatura “Cc”; teniendo que cumplirse las dos condiciones siguientes para ser una arena bien graduada “SW”, caso contrario será una arena mal graduada “SP”, donde la condición es:

$Cu = (D_{60})/(D_{10})$, siendo que ser esta mayor a 6, y

$Cc = (D_{30})^2/(D_{60}) \cdot (D_{10})$ tendrá que estar entre 1 y 3

Siendo para nuestra muestra N°2, se determinó:

$Cu = 11.11$ ($Cu > 6$) Cumple

$Cc = 1.21$ ($1 < Cc < 3$) Cumple

Por lo que se determinó que se trata de una **Arena bien Graduada “SW”**.

Continuando con el procedimiento se volvió al análisis del porcentaje que pasa la malla #200, siendo esta el 6.88 % para nuestro caso y la cual se encuentra entre los límites del 5% y 12%; y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS se determinó que requiere el uso de símbolos dobles; es decir que nuestra muestra tendrá la presencia de limo “M” o arcilla “C”.

Siguiendo el procedimiento se procedió al análisis del porcentaje que pasa por el tamiz N°40 para determinar si nuestra muestra tiene plasticidad, por lo que se cogió con las manos un poco del material pasante y agregando agua y haciendo rollitos con ella, pudimos observar que el material no se deja moldear por lo cual se determinó que carece de plasticidad, por consiguiente tiene un índice plástico “IP” igual a cero y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS si el índice de plasticidad es menor a 4, se tendrá la presencia de limo, por lo tanto nuestra muestra tendrá como segundo símbolo una **Arena Limosa “SM”**.

Para nuestra muestra se determinó que se tiene gravas > al 15%, por lo que al final del nombre de nuestra clasificación se agregó “con grava”

Finalmente se determinó que se trata de una Arena bien graduada con limo y grava
 “SW-SM”

Análisis granulométrico por tamizado de la muestra N°3: Siendo la cantidad de la muestra 4845.80 gr, se desarrolló la tabla N°13 y se representó mediante el grafico N°3.

Tabla N° 13:

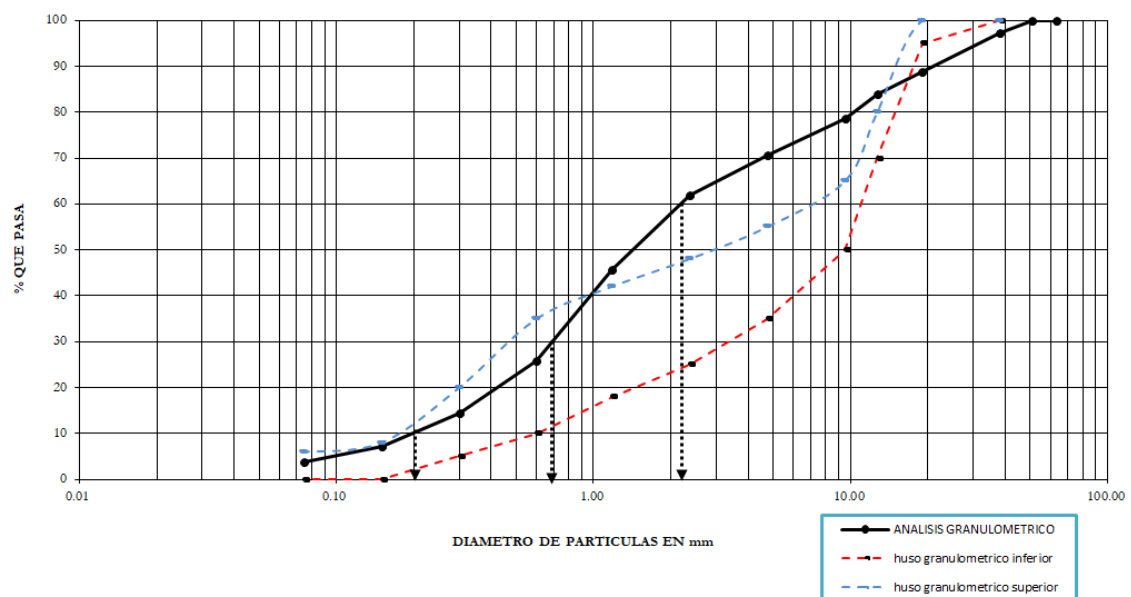
Análisis granulométrico por tamizado muestra N°3, cantera Chullqui.

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4"/ Agregado Global		Parametros del Analisis Granulometrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal:
2 1/2"	63.500				100.00			3/4 " Según NTP 400.037
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza:
1 1/2"	38.100	136.20	2.81	2.81	97.19	100	100	4.26
3/4"	19.050	403.00	8.32	11.13	88.87	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200:
1/2"	12.700	242.30	5.00	16.13	83.87			3.74
3/8"	9.525	251.80	5.20	21.32	78.68			% De Humedad:
4"	4.750	394.10	8.13	29.46	70.54	35	55	2.82
8"	2.360	416.70	8.60	38.06	61.94			Clasificación por SUCS:
16"	1.180	791.20	16.33	54.38	45.62			SW
30"	0.600	959.30	19.80	74.18	25.82	10	35	Arena bien graduada con grava
50"	0.300	545.80	11.26	85.44	14.56			% Que pasa la N°4
100"	0.150	362.10	7.47	92.92	7.08	0	8	70.54
200"	0.075	162.30	3.35	96.26	3.74			
< 200"	0.075	181.00	3.74	100.00				

Fuente: Tesistas

Gráfico 3

Curva granulométrica de la muestra N°3 de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Parámetros del análisis granulométrico

Tamaño máximo : 2”

Tamaño máximo nominal : 3/4”

Módulo de fineza : 4.26

Clasificación del agregado por SUCS

La clasificación se inició con el análisis del porcentaje que pasa la malla #200, donde solo paso el 3.74% del material, por lo que la muestra N°3 se trata de una muestra con **Partículas Gruesas** y no de partículas finas; esto debido a que es menor al 50% del material pasante, tal como nos indica la tabla de clasificación SUCS.

Seguidamente se procedió al análisis de la malla #04 para determinar si se trata de una arena “S” o una grava “G”; siendo el 70.54% el porcentaje que pasó la malla #04, por lo tanto se determinó que se trata de una **Arena “S”**; esto debido a que dicho porcentaje que pasa es mayor que el 50%.

Seguidamente se procedió a determinar si se trata de una arena bien graduada “SW” o una arena mal graduada “SP”, para lo cual se analizó el coeficiente de uniformidad “Cu” y el coeficiente de curvatura “Cc”; teniendo que cumplirse las dos condiciones siguientes para ser una arena bien graduada “SW”, caso contrario será una arena mal graduada “SP”, donde la condición es:

$Cu = (D_{60})/(D_{10})$, siendo que ser esta mayor a 6, y

$Cc = (D_{30})^2/(D_{60}) \cdot (D_{10})$ tendrá que estar entre 1 y 3

Siendo para nuestra muestra N°3, se determinó:

$Cu = 10.48$ ($Cu > 6$) Cumple

$Cc = 1.03$ ($1 < Cc < 3$) Cumple

Por lo que se determinó que se trata de una **Arena bien Graduada “SW”**.

Continuando con el procedimiento se volvió al análisis del porcentaje que pasa la malla

#200, siendo esta el 3.74 % para nuestro caso y la cual es menor al 5%; y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS se determinó que no requiere el uso de símbolos dobles; es decir que nuestra muestra no tiene presencia de limo “M” o arcilla “C”.

Para nuestra muestra se determinó que se tiene gravas > al 15%, por lo que al final del nombre de nuestra clasificación se agregó “con grava”

Finalmente se determinó que se trata de una **Arena bien graduada con grava “SW”**

Ilustración 7

Desarrollo del tamizado de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Cantera Andabamba:

Análisis granulométrico por tamizado de la muestra N°1: Siendo la cantidad de la muestra 4904.50 gr, se desarrolló la tabla N°14 y se representó mediante el grafico N°4.

Tabla N° 14:

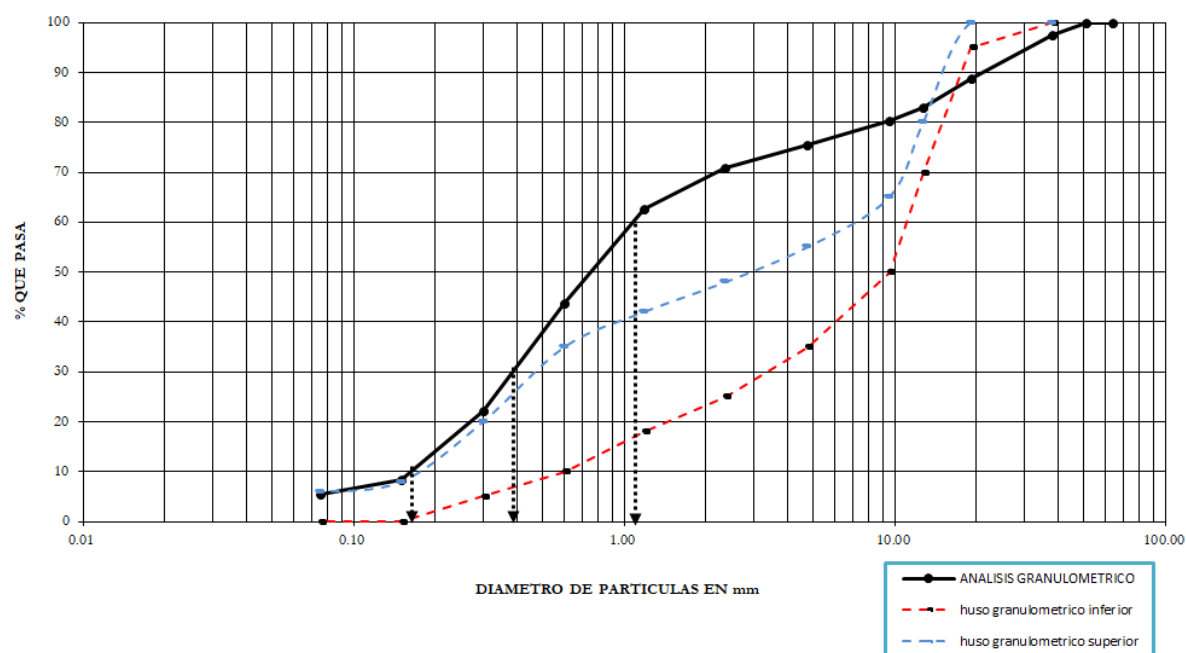
Análisis granulométrico por tamizado muestra N°1, cantera Andabamba.

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4" / Agregado Global		Parametros del Analisis Granulometrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal:
2 1/2"	63.500				100.00			3/4 " Según NTP 400.037
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza:
1 1/2"	38.100	124.20	2.53	2.53	97.47	100	100	3.67
3/4"	19.050	422.20	8.61	11.14	88.86	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200:
1/2"	12.700	284.10	5.79	16.93	83.07			5.42
3/8"	9.525	132.40	2.70	19.63	80.37			% De Humedad:
4"	4.750	236.20	4.82	24.45	75.55	35	55	2.05
8"	2.360	228.50	4.66	29.11	70.89			Clasificación por SUCS:
16"	1.180	405.10	8.26	37.37	62.63			SP - SM
30"	0.600	932.20	19.01	56.37	43.63	10	35	Arena mal graduada con limo y grava
50"	0.300	1053.70	21.48	77.86	22.14			
100"	0.150	674.50	13.75	91.61	8.39	0	8	% Que pasa la N°4
200"	0.075	145.40	2.96	94.58	5.42			75.55
< 200"	0.075	266.00	5.42	100.00				

Fuente: Tesistas

Gráfico 4

Curva granulométrica de la muestra N°1 de la cantera Andabamba.



Fuente: Tesistas

Parámetros del análisis granulométrico

Tamaño máximo : 2"

Tamaño máximo nominal : 3/4"

Módulo de fineza : 3.67

Clasificación del agregado por SUCS

La clasificación se inició con el análisis del porcentaje que pasa la malla #200, donde solo paso el 5.42% del material, por lo que la muestra N°1 se trata de una muestra con **Partículas Gruesas** y no de partículas finas; esto debido a que es menor al 50% del material pasante, tal como nos indica la tabla de clasificación SUCS.

Seguidamente se procedió al análisis de la malla #04 para determinar si se trata de una arena “S” o una grava “G”; siendo el 75.55% el porcentaje que pasó la malla #04, por lo tanto, se determinó que se trata de una **Arena “S”**; esto debido a que dicho porcentaje que pasa es mayor que el 50%.

Seguidamente se procedió a determinar si se trata de una arena bien graduada “SW” o una arena mal graduada “SP”, para lo cual se analizó el coeficiente de uniformidad “Cu” y el coeficiente de curvatura “Cc”; teniendo que cumplirse las dos condiciones siguientes para ser una arena bien graduada “SW”, caso contrario será una arena mal graduada “SP”, donde la condición es:

$Cu = (D_{60})/(D_{10})$, siendo que ser esta mayor a 6, y

$Cc = (D_{30})^2/(D_{60}) \cdot (D_{10})$ tendrá que estar entre 1 y 3

Siendo para nuestra muestra N°1, se determinó:

$Cu = 6.76$ ($Cu > 6$) Cumple

$Cc = 0.78$ ($1 < Cc < 3$) No Cumple

Por lo que se determinó que se trata de una **Arena mal Graduada “SP”**.

Continuando con el procedimiento se volvió al análisis del porcentaje que pasa la malla #200, siendo esta el 5.42% para nuestro caso y la cual se encuentra entre los límites del 5% y 12%; y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS se determinó que requiere el uso de símbolos dobles; es decir que nuestra muestra tendrá la presencia de limo “M” o

arcilla “C”.

Siguiendo el procedimiento se procedió al análisis del porcentaje que pasa por el tamiz N°40 para determinar si nuestra muestra tiene plasticidad, por lo que se cogió con las manos un poco del material pasante y agregando agua y haciendo rollitos con ella, pudimos observar que el material no se deja moldear por lo cual se determinó que carece de plasticidad, por consiguiente tiene un índice plástico “IP” igual a cero y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS si el índice de plasticidad es menor a 4, se tendrá la presencia de limo, por lo tanto nuestra muestra tendrá como segundo símbolo una **Arena Limosa “SM”**.

Para nuestra muestra se determinó que se tiene gravas > al 15%, por lo que al final del nombre de nuestra clasificación se agregó “con grava”

Finalmente se determinó que se trata de una Arena mal graduada con limo y grava “SP-SM”

Análisis granulométrico por tamizado de la muestra N°2: Siendo la cantidad de la muestra 5000.60 gr, se desarrolló la tabla N°15 y se representó mediante el grafico N°5.

Tabla N° 15:

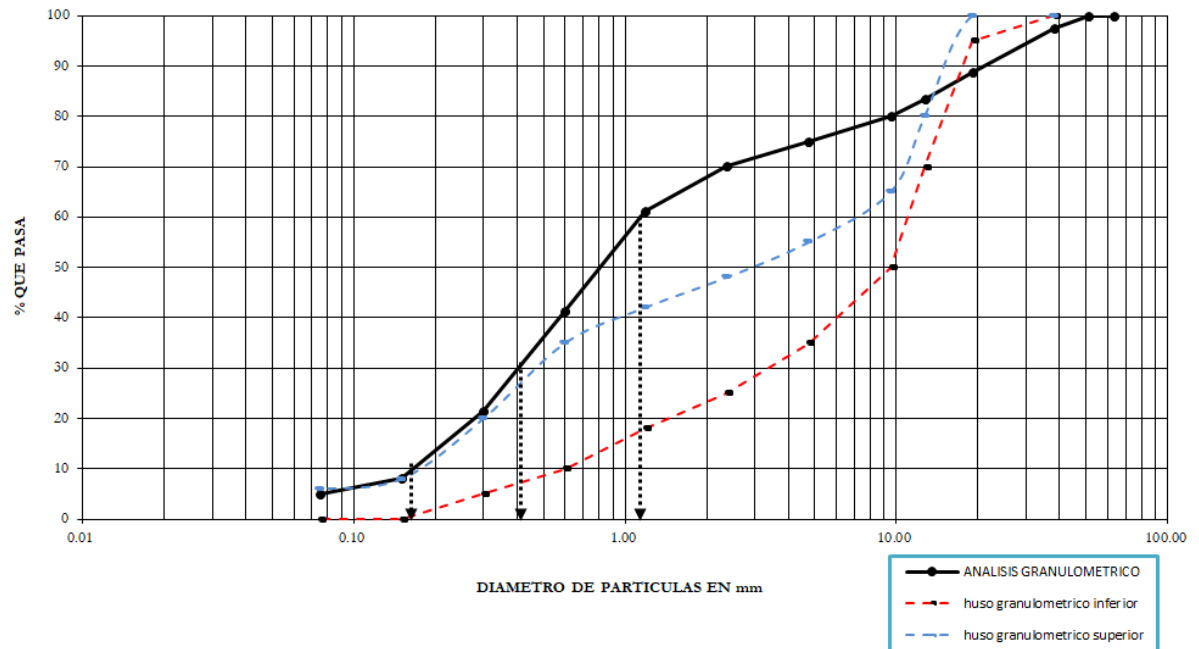
Análisis granulométrico por tamizado muestra N°2, cantera Andabamba.

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4"/ Agregado Global		Parametros del Analisis Granulometrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal:
2 1/2"	63.500				100.00			3/4 " Según NTP 400.037
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza:
1 1/2"	38.100	130.50	2.61	2.61	97.39	100	100	3.73
3/4"	19.050	426.10	8.52	11.13	88.87	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200:
1/2"	12.700	276.40	5.53	16.66	83.34			5.06
3/8"	9.525	159.30	3.19	19.84	80.16			% De Humedad:
4"	4.750	254.90	5.10	24.94	75.06	35	55	2.17
8"	2.360	243.90	4.88	29.82	70.18			Clasificación por SUCS:
16"	1.180	452.30	9.05	38.86	61.14			SP - SM
30"	0.600	989.80	19.79	58.66	41.34	10	35	Arena mal graduada con limo y grava
50"	0.300	996.40	19.93	78.58	21.42			
100"	0.150	668.70	13.37	91.96	8.04	0	8	% Que pasa la N°4
200"	0.075	149.30	2.99	94.94	5.06			75.06
< 200"	0.075	253.00	5.06	100.00				

Fuente: Tesistas

Gráfico 5

Curva granulométrica de la muestra N°2 de la cantera Andabamba.



Fuente: Tesistas

Parámetros del análisis granulométrico

Tamaño máximo : 2"

Tamaño máximo nominal : 3/4"

Módulo de fineza : 3.73

Clasificación del agregado por SUCS La clasificación se inició con el análisis del porcentaje que pasa la malla #200, donde solo paso el 5.06% del material, por lo que la muestra N°2 se trata de una muestra con **Partículas Gruesas** y no de partículas finas; esto debido a que es menor al 50% del material pasante, tal como nos indica la tabla de clasificación SUCS.

Seguidamente se procedió al análisis de la malla #40 para determinar si se trata de una arena "S" o una grava "G"; siendo el 75.06% el porcentaje que pasó la malla #40, por lo tanto se determinó que se trata de una **Arena "S"**; esto debido a que dicho porcentaje que pasa es mayor que el 50%.

Seguidamente se procedió a determinar si se trata de una arena bien graduada “SW” o una arena mal graduada “SP”, para lo cual se analizó el coeficiente de uniformidad “Cu” y el coeficiente de curvatura “Cc”; teniendo que cumplirse las dos condiciones siguientes para ser una arena bien graduada “SW”, caso contrario será una arena mal graduada “SP”, donde la condición es:

$Cu = (D_{60})/(D_{10})$, siendo que ser esta mayor a 6, y

$Cc = (D_{30})^2/(D_{60} \cdot D_{10})$ tendrá que estar entre 1 y 3

Siendo para nuestra muestra N°2, se determinó:

$Cu = 6.67$ ($Cu > 6$) Cumple

$Cc = 0.77$ ($1 < Cc < 3$) No Cumple

Por lo que se determinó que se trata de una **Arena mal Graduada “SP”**.

Continuando con el procedimiento se volvió al análisis del porcentaje que pasa la malla #200, siendo esta el 5.06% para nuestro caso y la cual se encuentra entre los límites del 5% y 12%; y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS se determinó que requiere el uso de símbolos dobles; es decir que nuestra muestra tendrá la presencia de limo “M” o arcilla “C”.

Siguiendo el procedimiento se procedió al análisis del porcentaje que pasa por el tamiz N°40 para determinar si nuestra muestra tiene plasticidad, por lo que se cogió con las manos un poco del material pasante y agregando agua y haciendo rollitos con ella, pudimos observar que el material no se deja moldear por lo cual se determinó que carece de plasticidad, por consiguiente tiene un índice plástico “IP” igual a cero y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS si el índice de plasticidad es menor a 4, se tendrá la presencia de limo, por lo tanto nuestra muestra tendrá como segundo símbolo una **Arena Limosa “SM”**.

Para nuestra muestra se determinó que se tiene gravas > al 15%, por lo que al final del

nombre de nuestra clasificación se agregó “con grava”

Finalmente se determinó que se trata de una Arena mal Graduada con limo y grava “SP-SM”

Análisis granulométrico por tamizado de la muestra N°3: Siendo la cantidad de la muestra 4821.50 gr, se desarrolló la tabla N°16 y se representó mediante el grafico N°6.

Tabla N° 16:

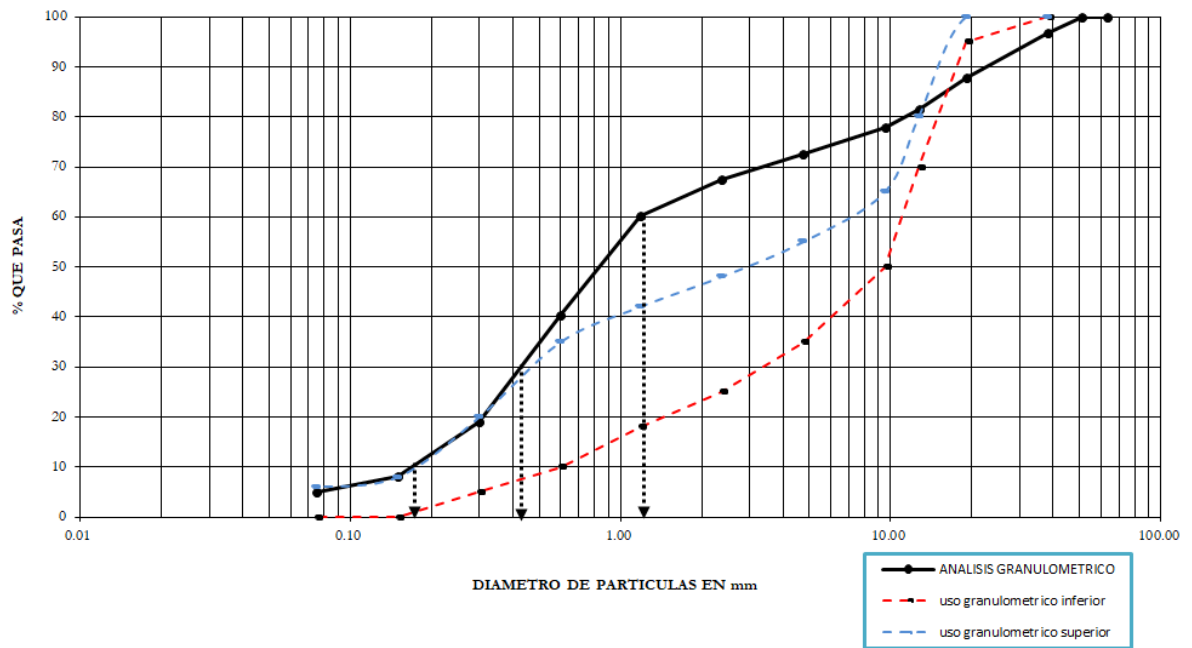
Análisis granulométrico por tamizado muestra N°3, cantera Andabamba.

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4" / Agregado Global		Parametros del Analisis Granulometrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal:
2 1/2"	63.500				100.00			3/4 " Según NTP 400.037
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza:
1 1/2"	38.100	152.30	3.16	3.16	96.84	100	100	3.88
3/4"	19.050	432.70	8.97	12.13	87.87	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200:
1/2"	12.700	311.50	6.46	18.59	81.41			5.02
3/8"	9.525	165.30	3.43	22.02	77.98			% De Humedad:
4"	4.750	263.10	5.46	27.48	72.52	35	55	1.20
8"	2.360	239.20	4.96	32.44	67.56			Clasificación por SUCS:
16"	1.180	352.30	7.31	39.75	60.25			SP - SM
30"	0.600	956.30	19.83	59.58	40.42	10	35	Arena mal graduada con limo y grava
50"	0.300	1034.00	21.45	81.03	18.97			
100"	0.150	517.20	10.73	91.75	8.25	0	8	% Que pasa la N°4
200"	0.075	155.60	3.23	94.98	5.02			72.52
< 200"	0.075	242.00	5.02	100.00				

Fuente: Tesistas

Gráfico 6

Curva granulométrica de la muestra N°3 de la cantera Andabamba.



Fuente: Tesistas

Parámetros del análisis granulométrico

Tamaño máximo : 2"

Tamaño máximo nominal : 3/4"

Módulo de fineza : 3.88

Clasificación del agregado por SUCS: La clasificación se inició con el análisis del porcentaje que pasa la malla #200, donde solo paso el 5.02% del material, por lo que la muestra N°3 se trata de una muestra con **Partículas Gruesas** y no de partículas finas; esto debido a que es menor al 50% del material pasante, tal como nos indica la tabla de clasificación SUCS.

Seguidamente se procedió al análisis de la malla #04 para determinar si se trata de una arena "S" o una grava "G"; siendo el 72.52% el porcentaje que pasó la malla #04, por lo tanto, se determinó que se trata de una **Arena "S"**; esto debido a que dicho porcentaje que pasa es mayor que el 50%.

Seguidamente se procedió a determinar si se trata de una arena bien graduada "SW" o una arena mal graduada "SP", para lo cual se analizó el coeficiente de uniformidad "Cu" y el coeficiente de curvatura "Cc"; teniendo que cumplirse las dos condiciones

siguientes para ser una arena bien graduada “SW”, caso contrario será una arena mal graduada “SP”, donde la condición es:

$C_u = (D_{60})/(D_{10})$, siendo que ser esta mayor a 6, y

$C_c = (D_{30})^2/(D_{60} \cdot D_{10})$ tendrá que estar entre 1 y 3

Siendo para nuestra muestra N°3, se determinó:

$C_u = 6.84$ ($C_u > 6$) Cumple

$C_c = 0.71$ ($1 < C_c < 3$) No Cumple

Por lo que se determinó que se trata de una **Arena mal Graduada “SP”**.

Continuando con el procedimiento se volvió al análisis del porcentaje que pasa la malla #200, siendo esta el 5.02% para nuestro caso y la cual se encuentra entre los límites del 5% y 12%; y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS se determinó que requiere el uso de símbolos dobles; es decir que nuestra muestra tendrá la presencia de limo “M” o arcilla “C”.

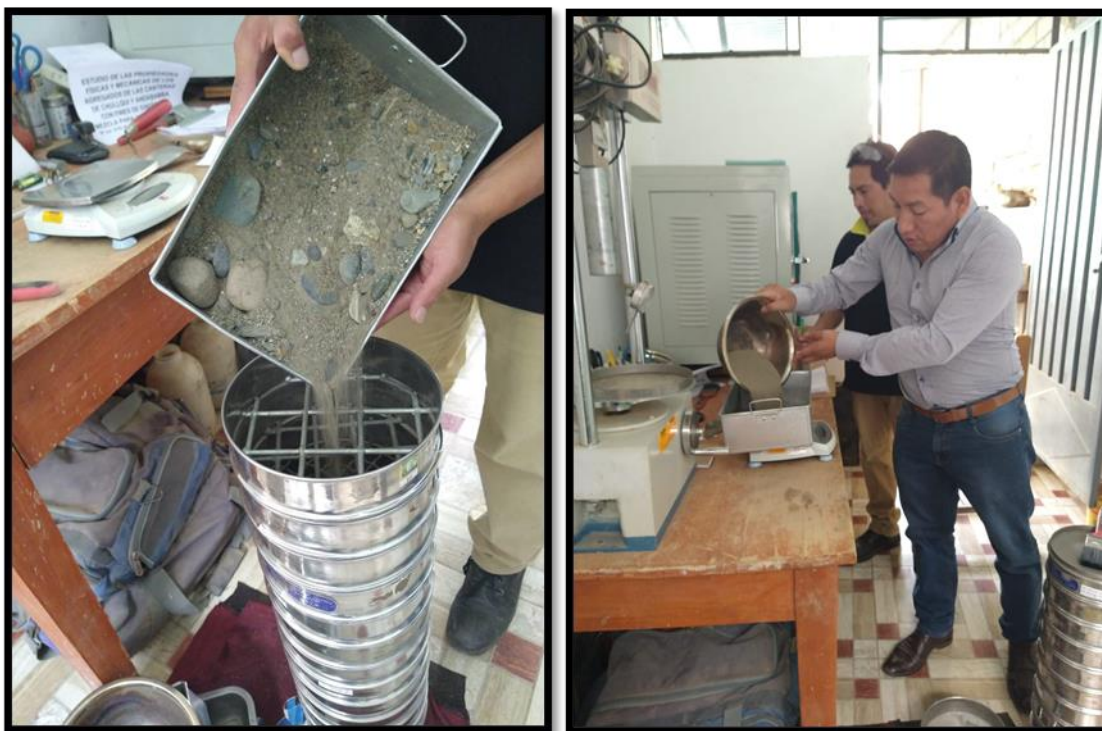
Siguiendo el procedimiento se procedió al análisis del porcentaje que pasa por el tamiz N°40 para determinar si nuestra muestra tiene plasticidad, por lo que se cogió con las manos un poco del material pasante y agregando agua y haciendo rollitos con ella, pudimos observar que el material no se deja moldear por lo cual se determinó que carece de plasticidad, por consiguiente tiene un índice plástico “IP” igual a cero y de acuerdo a la tabla de clasificación SUCS si el índice de plasticidad es menor a 4, se tendrá la presencia de limo, por lo tanto nuestra muestra tendrá como segundo símbolo una **Arena Limosa “SM”**.

Para nuestra muestra se determinó que se tiene gravas > al 15%, por lo que al final del nombre de nuestra clasificación se agregó “con grava”

Finalmente se determinó que se trata de una Arena mal graduada con limo y grava “SP-SM”

Ilustración 8.

Desarrollo del tamizado de la cantera de Andabamba



Fuente: Tesistas

3.2.3 *Peso específico y absorción (NTP 400.021)*

Los ensayos de peso específico y absorción se realizaron siguiendo los procedimientos contemplados en la Norma Técnica Peruana NTP 400.021 para agregado grueso. Ambos ensayos fueron realizados en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelos, Concreto y Asfalto “LABORTEC”.

Los ensayos realizados fueron para determinar el peso específico de masa “**Pem**”, peso específico de masa saturada con superficie seca “**Pesss**”, peso específico aparente “**Pea**” y la absorción “**Ab**” del agregado grueso. El peso específico de masa saturada con superficie seca y la absorción están basados en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este modo operativo no es aplicable para agregados ligeros o finos.

Descripción del procedimiento del ensayo:

El ensayo se realizó con 1000 gramos de agregado global, para luego reducirla a la cantidad utilizada.

Se eliminó todos los materiales que pasaron por el tamiz N°4 por el tamizado en seco y se lavó cuidadosamente por decantación para eliminar polvos e impurezas.

Después de un lavado cuidadoso se secó la muestra a una temperatura constante de 105 °C.

Una vez enfriado el material se procedió a saturarlo, sumergiéndolo en agua a una temperatura ambiente por 24 horas.

Pasado las 24 horas se procedió a la decantación del agua y extracción del agregado para su secado superficial con la ayuda de franelas, hasta obtener aproximadamente 600 gramos de muestra saturada con superficie seca.

Luego se procedió determinar la masa de la muestra en condición saturada superficialmente seca.

Inmediatamente se colocó la muestra en una canastilla y se sumergió en agua, agitándola para remover todo el aire atrapado, para determinar la masa sumergida con la ayuda de una balanza hidrostática.

En seguida se extrajo la muestra y colocarlo en un recipiente de peso conocido y llevarlo al horno por 24 horas a una temperatura de 105 °C.

Finalmente se enfrió a una temperatura ambiente por 3 horas para determinar la masa seca con la ayuda de una balanza.

Para nuestro ensayo se determinaron los siguientes datos en laboratorio:

A = Peso Material Seco en Horno (A 105 °C), en gr.

B = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Aire), en gr.

C = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Agua), en gr.

Cantera Chullqui Datos obtenidos en laboratorio:

A = 615.6 gr. = Peso Material Seco en Horno (A 105 °C), en gr.

B = 629.8 gr. = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Aire), en gr.

C = 381.8 gr. = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Agua), en gr.

Cálculo del peso específico de masa “Pem”:

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} = \frac{615.6}{(629.8 - 381.8)} = 2.482 \text{ gr/cm}^3$$

Cálculo del peso específico de masa saturada con superficie seca “Pesss”:

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} = \frac{629.8}{(629.8 - 381.8)} = 2.54 \text{ gr/cm}^3$$

Cálculo del peso específico aparente “Pea”:

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} = \frac{615.6}{(615.6 - 381.8)} = 2.63 \text{ gr/cm}^3$$

Cálculo del porcentaje de Absorción “Ab”:

$$Ab = \frac{(B - A)}{A} \times 100 = \frac{629.8 - 615.6}{615.6} \times 100 = 2.30\%$$

A continuación, se presenta el resumen de los ensayos realizados en el laboratorio:

Tabla N° 17:

Peso específico y absorción de la cantera Chullqui

N°	Descripción	M -1	Promedio
1	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	629.8	
2	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	381.8	
3	Vol. de masa + vol de vacíos = (1) – (2) (gr)	248.0	
4	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	615.6	
5	Vol. de masa = 3 – (1 – 4) (gr)	233.82	
6	Pe bulk (Base seca) = (4)/(3)	2.48	2.48
7	Pe bulk (Base saturada) = (1)/(3)	2.54	2.54
8	Pe Aparente (Base Seca) = (4)/(5)	2.63	2.63
9	% de absorción = (1 - 4)/4 *100		2.30

Fuente: Tesistas

Se puede observar que el porcentaje de absorción de agua es baja por parte del agregado, por lo que permitirá un cálculo más exacto de la relaciona agua/cemento, ya que el agua necesaria para la hidratación del cemento no será absorbida por la porosidad

del agregado.

Cantera Andabamba: Datos obtenidos en laboratorio:

A = 615.3 gr. = Peso Material Seco en Horno (A 105 °C), en gr.

B = 623.3 gr. = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Aire), en gr.

C = 379.2 gr. = Peso Material Saturado con Superficie Seca (En Agua), en gr.

Cálculo del peso específico de masa “Pem”:

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} = \frac{615.3}{(623.3 - 379.2)} = 2.52 \text{ gr/cm}^3$$

Cálculo del peso específico de masa saturada con superficie seca “Pesss”:

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} = \frac{623.3}{(623.3 - 379.2)} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$$

Cálculo del peso específico aparente “Pea”:

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} = \frac{615.3}{(615.3 - 379.2)} = 2.61 \text{ gr/cm}^3$$

Cálculo del porcentaje de absorción “Ab”:

$$Ab = \frac{(B - A)}{A} \times 100 = \frac{623.3 - 615.3}{615.3} \times 100 = 1.30\%$$

A continuación, se presenta el resumen de los ensayos realizados en el laboratorio:

Tabla N° 18:

Peso específico y absorción de la cantera Andabamba

N°	Descripción	M -1	Promedio
1	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	623.3	
2	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	379.2	
3	Vol. de masa + vol de vacíos = (1) – (2) (gr)	244.1	
4	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	615.3	
5	Vol. de masa = 3 – (1 – 4) (gr)	236.1	
6	Pe bulk (Base seca) = (4)/(3)	2.52	2.52
7	Pe bulk (Base saturada) = (1)/(3)	2.55	2.55
8	Pe Aparente (Base Seca) = (4)/(5)	2.61	2.61
9	% de absorción = (1 - 4)/4 *100		1.30

Fuente: Tesistas

Se puede observar que el porcentaje de absorción de agua es baja por parte del

agregado, por lo que permitirá un cálculo más exacto de la relación agua/cemento, ya que el agua necesaria para la hidratación del cemento no será absorbida por la porosidad del agregado

3.2.4 Contenido de Humedad (NTP 339.185;)

Los ensayos para el contenido de humedad se realizaron siguiendo los procedimientos contemplados en la Norma Técnica Peruana NTP 339.185. Estos ensayos fueron realizados en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelos, Concreto y Asfalto “LABORTEC”.

Cabe resaltar que el contenido de humedad es un parámetro del resultado de la granulometría, ya que los datos fueron tomados del análisis granulométrico.

Se dispuso de una muestra representativa del contenido de humedad de la fuente de abastecimiento que se evaluó con una masa no menor de la cantidad indicada en la Tabla N° 19. La muestra se protegió con bolsas plásticas contra la pérdida de humedad antes de realizar los ensayos.

Tabla N° 19:

Tamaño de la muestra del agregado

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (No. 4) 0,5	0,5
9,5 (3/8) 1,5	1,5
12,5 (1/2) 2,0	2,0
19,0 (3/4) 3,0	3,0
5,0 (1) 4,0	4,0
37,5 (1 1/2) 6,0	6,0
50,0 (2) 8,0	8,0
63,0 (2 1/2) 10,0	10,0
75,0 (3) 13,0	13,0
90,0 (3 1/2) 16,0	16,0
100,0 (4) 25,0	25,0
150,0 (6) 50,0	50,0

Fuente: NTP 339.185

Para determinar el porcentaje del contenido de humedad de nuestras muestras, se obtuvieron los siguientes datos del laboratorio:

- Registro del peso de la capsula más el peso del material húmedo
- Registro del peso de la capsula más el peso del material seco (a 105 °C)
- Registro del peso de la capsula o recipiente.

Cantera Chullqui: Los resultados de las 3 muestras se proporcionan en la tabla N°20, donde se especifica el contenido de humedad:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100$$

$$\text{Peso Húmedo} = (\text{Peso capsula y suelo húmedo}) - (\text{Peso capsula})$$

$$\text{Peso Seco} = (\text{Peso capsula y suelo seco}) - (\text{Peso capsula})$$

Tabla N° 20:

Contenido de humedad de la cantera Chullqui

N°	Descripción	Muestra N°1	Muestra N°2	Muestra N°3
1	Peso capsula y suelo húmedo	5864.0	5998.0	5557.0
2	Peso capsula y suelo seco	5708.0	5842.0	5415.0
3	Peso capsula	388.2	388.2	388.2
4	Peso agua = (1) - (2)	156.0	156.0	142.0
5	Peso suelo seco = (2) - (3)	5319.8	5453.8	5026.8
	% Humedad = (4)/(5) x 100	2.93	2.86	2.82

Fuente: Tesistas

De los 3 ensayos se determinó un contenido de humedad promedio

(%Humedad) de 2.87 %.

Cantera Andabamba: Los resultados de las 3 muestras se proporcionan en la tabla N°21, donde se especifica el contenido de humedad:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100$$

$$\text{Peso Húmedo} = (\text{Peso capsula y suelo húmedo}) - (\text{Peso capsula})$$

$$\text{Peso Seco} = (\text{Peso capsula y suelo seco}) - (\text{Peso capsula})$$

Tabla N° 21:

Contenido de humedad de la cantera Andabamba

N°	Descripción	Muestra N°1	Muestra N°2	Muestra N°3
1	Peso capsula y suelo húmedo	5672.0	5763.0	5520.0
2	Peso capsula y suelo seco	5566.0	5649.0	5459.0
3	Peso capsula	395.5	395.5	395.5
4	Peso agua = (1) - (2)	106.0	114.0	61.0
5	Peso suelo seco = (2) - (3)	5170.5	5253.5	5063.5
	% Humedad = (4)/(5) x 100	2.05	2.17	1.21

Fuente: Tesistas

De los 3 ensayos se determinó un contenido de humedad promedio (%Humedad) de 2.11 %. Donde solo se tomó el promedio de la muestra N°1 y muestra N°2, descartando la muestra N°3 por tener un valor bastante diferente a los demás.

3.2.5 Terrones de arcilla y partículas desmenuzables (NTP 400.015):

Los ensayos para terrones de arcilla y partículas desmenuzables se realizaron siguiendo los procedimientos contemplados en la Norma Técnica Peruana NTP 400.015. Estos ensayos fueron realizados en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelos, Concreto y Asfalto "LABORTEC".

Para el ensayo se tomó una muestra representativa con las recomendaciones de la siguiente tabla:

Tabla N° 22:

Masa mínima de la muestra

Tamaño de las partículas de la muestra	Masa mínima de la muestra (gr.)
4,75 mm a 9.5 mm (N° 4 a 3/8" pulg)	1000
9.5 mm a 19.0 mm (3/8" a 3/4" pulg)	2000
19.0 mm a 37.5 mm (3/4" a 1 1/2" pulg)	3000
Mayor a 37.5 mm (1 1/2" pulg)	5000

Fuente: NTP 400.015

Descripción del procedimiento del ensayo:

Determinación de la cantidad de masa y extenderla en una capa delgada sobre el fondo de un recipiente.

Extendida la muestra se procedió a cubrir con agua destilada y se dejó remojar por 24 horas.

Pasado este tiempo se procedió a rodar y a apretarse individualmente las partículas, entre el pulgar y el índice, para tratar de remover los terrones de arcilla y partículas desmenuzables, mediante el tamizado en húmedo.

Una vez logrado que todas las partículas de terrones de arcilla y partículas desmenuzables hayan sido rotas, se procedió a separarse el desperdicio de la parte restante, mediante un tamizado en húmedo, sobre el tamiz que se indica en siguiente tabla:

Tabla N° 23:

Tamices a utilizar para la separación de las partículas

Tamaño de las partículas de la muestra	Tamiz a utilizar para la separación de los terrones de arcilla y partículas desmenuzables
Agregado fino retenido sobre el tamiz de 1.18 mm (N°16)	850 um (N°20)
4.75 mm a 9.5 mm (N°4 a 3/8" pulg)	2.36 mm (N°8)
9.5 mm a 19.0 mm (3/8" a 3/4" pulg)	4.75 mm (N°4)
19.0 mm a 37.5 mm (3/4" a 1 1/2" pulg)	4.75 mm (N°4)
Mayor que 37.5 mm (1 1/2" pulg)	4.75 mm (N°4)

Fuente: NTP 400.015

Finalmente se hizo el tamizado en húmedo, haciendo circular agua sobre la muestra a través del tamiz utilizado para la separación, mientras se agitaba manualmente el tamiz, hasta que se logró remover todo el material más pequeño.

Cantera Chullqui Los resultados obtenidos para el ensayo se proporcionan en la tabla N°24, donde se especifica el porcentaje de terrones de arcillas y partículas desmenuzables:

$$P = \frac{(M - R)}{M} * 100$$

P = Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla

M= Masa de la muestra de ensayo.

R= Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado, después de la saturación y secado al horno.

Tabla N° 24:

Partículas desmenuzables de la cantera Chullqui

Tamiz retenido	Masa de la muestra de ensayo	Masa de las partículas después de la saturación y seco	Porcentaje de Partículas (%)
N°16	1005.58	1004.65	0.09
N°4 a 3/8"	998.63	997.16	0.15
3/8" a 3/4"	989.33	985.62	0.38
3/4" a 1 1/2"	1002.36	1001.65	0.07
Mayores	0	0	0
TOTAL		3989.08	0.69

Fuente: Tesistas

Del ensayo se determinó que el porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla es 0.69%.

Ilustración 9

Impurezas orgánicas de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Cantera Andabamba Los resultados obtenidos para el ensayo se proporcionan en la tabla N°25, donde se especifica el porcentaje de terrones de arcillas y partículas desmenuzables:

$$P = \frac{(M - R)}{M} * 100$$

P = Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla

M= Masa de la muestra de ensayo.

R= Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado, después de la saturación y secado al horno.

Tabla N° 25:

Partículas desmenuzables de la cantera Andabamba

Tamiz	Masa de la muestra de ensayo	Masa de las partículas después de la saturación y seco	Porcentaje de Partículas (%)
N°16	1003.12	999.42	0.37
N°4 a 3/8"	1002.63	1001.77	0.09
3/8" a 3/4"	1015.75	1013.58	0.21
3/4" - 1 1/2"	1003.48	1002.55	0.09
Mayores	0	0	0
TOTAL		4017.32	0.76

Fuente: Tesistas

Del ensayo se determinó que el porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla es 0.76%.

Ilustración 10

Impurezas orgánicas de la cantera Andabamba



Fuente: Tesistas

3.2.6 Método para determinar materiales más finos que pasa por el tamiz N°200 (NTP 400.018)

Los ensayos para la determinar los materiales más finos que pasan por el tamiz N°200, se realizaron siguiendo los procedimientos contemplados en la Norma Técnica Peruana NTP 400.018, los cuales fueron realizados en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelos, Concreto y Asfalto “LABORTEC”. Cabe resaltar que este porcentaje de materiales más finos es un parámetro del resultado de la granulometría, ya que los datos fueron tomados del análisis granulométrico.

Se incluyen dos procedimientos, uno utilizando sólo agua para la operación de lavado, y el otro que incluye un agente dispersante para facilitar el desprendimiento del material más fino que pasa el tamiz normalizado de 75 µm (N° 200). Para nuestro caso se hizo utilizando solo agua.

Tabla N° 26:

Cantidad mínima de la muestra

Tamaño máximo nominal del agregado	Cantidad mínima, gr
4,75 mm (N° 4) o más pequeño	300
Mayor que 4,75 mm (No.4) a 9,5 mm (3/8 pulg)	1 000
Mayor que 9,5 mm (3/8 pulg) a 19 mm (3/4 pulg)	2 500
Mayor a 19 mm (3/4 pulg)	5 000

Fuente: NTP 400.018

Descripción del procedimiento del ensayo:

Determinación de la masa representativa en estado natural del agregado fino.

Secado de la muestra natural a una temperatura de 105 °C y determinación de peso en estado seco, luego de enfriado por 3 horas.

Lavado de la muestra seca, este lavado se realizó por el método de decantación y con la ayuda de la malla N°200 para que se filtren todas las impurezas; este procedimiento se

repitió varias veces hasta que el agua quedo completamente transparente.

Luego con la ayuda de un rociador de agua se juntó todo el material que quedo en la malla N°200 y se añadió a la muestra lavada, para luego secarla en el horno a 105 °C por 24 horas.

Finalmente determinamos el peso seco lavado de nuestra muestra; y los datos obtenidos para determinar el porcentaje de finos que pasa la malla N° 200 fueron:

P1 = Peso seco natural

P2 = Peso seco lavado

Cantera Chullqui: Los resultados obtenidos para el ensayo se proporcionan en la tabla N°27, donde se especifica el porcentaje de terrones de arcillas y partículas desmenuzables:

$$A = \frac{(P1 - P2)}{P1} * 100$$

A = Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz N°200, por vía húmeda.

P1 = Peso seco de la muestra original o natural (gr.).

P2 = Peso seco de la muestra ensayada o lavada (gr.).

Tabla N° 27:

Porcentaje del material más fino de la cantera Chullqui

Muestras	Peso seco original o natural	Peso seco ensayada o lavada	Porcentaje del material más fino que pasa (%)
M1	5708.0	5388.0	6.40
M2	5842.0	5491.0	6.88
M3	5415.0	5234.0	3.74

Fuente: Tesistas

Del ensayo se determinó que el porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz N°200 varia de 3.74% a 6.88% para la cantera Chullqui.

Cantera Andabamba: Los resultados obtenidos para el ensayo se

proporcionan en la tabla N°28, donde se especifica el porcentaje de terrones de arcillas y partículas desmenuzables:

$$A = \frac{(P1 - P2)}{P1} * 100$$

A = Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz N°200, por vía húmeda.

P1 = Peso seco de la muestra original o natural (gr.).

P2 = Peso seco de la muestra ensayada o lavada (gr.).

Tabla N° 28:

Porcentaje del material más fino de la cantera Andabamba

Muestras	Peso seco original o natural	Peso seco ensayada o lavada	Porcentaje del material más fino (%)
M1	5566.0	5300.0	5.42
M2	5649.0	5396.0	5.06
M3	5459.0	5217.0	5.02

Fuente: Tesistas

Del ensayo se determinó que el porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz N°200 varía de 5.02% a 5.42% para la cantera Andabamba.

3.2.7 Método de ensayo para determinar las partículas livianas en los agregados (NTP 400.023)

Los ensayos para la determinar las partículas livianas en los agregados, se realizaron siguiendo los procedimientos contemplados en la Norma Técnica Peruana NTP 400.023; estos ensayos fueron realizados en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelos, Concreto y Asfalto “LABORTEC”.

Este método de ensayo abarca la determinación del porcentaje de partículas livianas en conjunto mediante separación flote-hundimiento en un líquido pesado de gravedad específica de 2.0 utilizado para separar partículas que pueden ser clasificadas como carbón o lignito.

Se dispuso una cantidad de muestra para el ensayo, siguiendo las recomendaciones de la siguiente tabla:

Tabla N° 29:

Masa mínima de la muestra para partículas livianas

Tamaño máximo nominal del agregado	Masa mínima de la muestra, gr
4,75 mm (N° 4) o más pequeño	200
9,5 mm (3/8")	1 500
12.5 a 19 mm (1/2 a 3/4")	3 000
25 a 37.5 mm (1 a 1 1/2")	5 000
50 mm o mayor (2" o mayor)	10 000

Fuente: NTP 400.023

Descripción del procedimiento del ensayo:

- El reactivo utilizado para el ensayo fue una solución de agua + defloculante o llamada solución stock.
- Se procedió colocando la muestra dentro del recipiente beaker con la solución agua + defloculante, cuyo volumen de la solución era tres veces el volumen del agregado.
- Luego se procedió a verter el líquido que rebosa en un segundo recipiente, pasándolo a través de un tamiz, para el cual este procedimiento se hizo con bastante cuidado para que pase solamente las partículas que floten.
- Luego se devolvió el líquido a nuestro primer recipiente; este procedimiento se repitió, hasta que nuestra muestra quedase libre de partículas flotantes.

Finalmente se procedió a secar el material colocando en un horno a 105 °C por unos minutos y se determinó el peso del material seco.

Para estos ensayos se determinaron los siguientes datos del laboratorio:

M1 = Peso seco de las partículas retenidas en el colador.

M2 = Peso de la muestra seca retenida en el tamiz de 300 mm (No. 50).

Cantera Chullqui: Los resultados obtenidos para el ensayo se proporcionan en la tabla N°30, donde se especifica el porcentaje de partículas livianas:

$$L = \frac{M1}{M2} * 100$$

A = Porcentaje de partículas livianas.

M1 = Peso seco de las partículas retenidas en el colador (gr.).

M2 = Peso de la muestra seca retenida en el tamiz de 300 mm (No. 50) (gr.).

Tabla N° 30:

Carbón y lignito de la cantera Chullqui

Control	Ensayo	Resultado
01	Carbón y lignito	0.0014
02	Carbón y lignito	0.0017
03	Carbón y lignito	0.0016
04	Carbón y lignito	0.0170
Promedio		0.0054

Fuente: Tesistas

Del ensayo se determinó que el porcentaje de partículas livianas se tomó el promedio que es 0.0054 %.

Ilustración 11

Ensayo de carbón y lignito de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Cantera Andabamba: Los resultados obtenidos para el ensayo se proporcionan en la tabla N°31, donde se especifica el porcentaje de partículas livianas:

$$L = \frac{M1}{M2} * 100$$

A = Porcentaje de partículas livianas.

M1 = Peso seco de las partículas retenidas en el colador (gr.).

M2 = Peso de la muestra seca retenida en el tamiz de 300 mm (No. 50) (gr.).

Tabla N° 31:

Carbón y lignito de la cantera Andabamba

Control	Ensayo	Resultado
01	Carbón y lignito	0.0019
02	Carbón y lignito	0.0022
03	Carbón y lignito	0.0025
04	Carbón y lignito	0.0170
Promedio		0.0059

Fuente: Tesistas

Del ensayo se determinó que el porcentaje de partículas livianas se tomó el promedio que es 0.0059 %.

Ilustración 12

Ensayo de carbón y lignito de la cantera Andabamba



Fuente: Tesistas

3.2.8 Método de ensayo para la determinación cualitativa de cloruros y sulfatos (NTP 400.014)

Los ensayos para la determinación cualitativa de cloruros y sulfatos en los agregados, se realizaron siguiendo los procedimientos contemplados en la Norma Técnica Peruana NTP 400.014; estos ensayos fueron realizados en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelos, Concreto y Asfalto “LABORTEC”.

La cantidad de muestra para el ensayo se tomó 100 gr de agregado fino; y para iniciar nuestro ensayo primeramente se prepararon las siguientes soluciones:

Solución al 1% de nitrato de plata: se disuelve una parte en peso de nitrato de plata en 99 partes de agua destilada.

Solución al 10% de cloruro de bario: se disuelve 10 partes en peso de cloruro de bario en 90 partes de agua destilada.

Solución al 5% de ácido nítrico: se disuelve en agua destilada, 5ml de ácido nítrico ($d=1.42$) y se lleva el volumen a 100 ml agregando agua destilada.

Solución al 5% de ácido clorhídrico: se disuelve en agua destilada 5 ml de ácido clorhídrico ($d=1.19$) y se lleva el volumen a 100 ml agregando agua destilada.

Descripción del procedimiento del ensayo:

Se colocó la muestra en un vaso precipitado, y se agregó un volumen de agua destilada equivalente al peso de la muestra, se agito cuidadosamente con una varilla de vidrio y se dejó reposar por 24 horas.

Luego se filtró a través del papel whatman; y se procedió con el proceso del filtrado hasta que desaparezca toda turbidez; para luego de este filtrado se tomó el agua filtrada para los ensayos.

Determinación de los cloruros: Se tomó 2ml del filtrado y se vertió en un tubo de prueba y se acidificaron con aproximadamente 1ml de la solución de ácido nítrico y

luego se añadió unas gotas de la solución de nitrato de plata. Según la norma ASTM 400.014, un precipitado blanco lechoso indica la presencia de cloruros; donde en nuestro caso la incidencia de cloruros fue mínimas, por lo que son despreciables de acuerdo a los parámetros máximos de la norma N.T.E. E-60 Concreto Armado.

Determinación de los sulfatos: Se tomó 2ml del filtrado y se vertió en un tubo de prueba y se acidificaron con aproximadamente 1ml de la solución de ácido clorhídrico y luego se añadió varias gotas de la solución de cloruro de bario. Según la norma ASTM 400.014, un precipitado blanco, fino, cristalino indica la presencia de sulfatos; donde en nuestro caso la incidencia de sulfatos fue mínimas, por lo que son despreciables de acuerdo a los parámetros máximos de la norma N.T.E. E-60 Concreto Armado.

Cantera Chullqui:

Tabla N° 32: Sales y sulfatos solubles totales de la cantera Chullqui

Control	Ensayo	Resultado
01	Sales solubles %	0.0016
02	Sales solubles %	0.0017
03	Sales solubles %	0.0018
04	Sales solubles %	0.0020
Promedio		0.0018

Fuente: Tesistas

Del ensayo se determinó que el porcentaje de sales solubles se tomó el promedio que es 0.0018 %.

Ilustración 13

Ensayo sales solubles de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Cantera Andabamba:

Tabla N° 33:

Sales y sulfatos solubles totales de la cantera Andabamba

Control	Ensayo	Resultado
01	Sales solubles %	0.0014
02	Sales solubles %	0.0017
03	Sales solubles %	0.0019
04	Sales solubles %	0.0021
Promedio		0.0018

Fuente: Tesistas

Del ensayo se determinó que el porcentaje de sales solubles se tomó el promedio que es 0.0018 %.

Ilustración 14

Ensayo sales solubles de la cantera Andabamba



Fuente: Tesistas

3.2.9 Resistencia a la degradación en agregados gruesos (NTP 400.019)

Los ensayos para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos se realizaron siguiendo los procedimientos contemplados en la Norma Técnica Peruana NTP 400.019. Estos ensayos fueron realizados en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelos, de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Esta norma técnica peruana establece el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños

menores que 37.5 mm (1 ½ pulg) para determinar la resistencia a la degradación utilizando la máquina de los ángeles.

Este Modo Operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

Para la preparación de la muestra se consideró un agregado limpio y secado al horno y separada por fracciones de cada tamaño tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla N° 34:

Gradación de las muestras de ensayo

Tamiz mm (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado (g)		Gradación			
Que pasa	Retenido sobre			A	B	C	D
mm	(pulg)	mm	(pulg)				
37,5	(1 1/2")	-25,0	(1")	1250 ± 25			
25,0	(1")	-19,0	(3/4")	1250 ± 25			
19,0	(3/4")	-12,5	(1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10		
12,5	(1/2")	-9,5	(3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10		
9,5	(3/8")	-6,3	(1/4")			2500 ± 10	
6,3	(1 1/4")	-4,75	(N° 4)			2500 ± 10	
4,75	(N° 4)	-2,36	(N° 8)				5000 ± 10
TOTALES				5000 ± 10	2500 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: NTP 400.019

La carga (esferas de acero o bolas de cojines), dependerá de la gradación de la muestra

tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla N° 35:

Carga según el tipo de gradación

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: NTP 400.019

Descripción del procedimiento del ensayo:

Tamizado del material, para obtener un peso aproximado de 1500 gr retenidos en los tamices de 1", 3/4", 1/2" y 3/8", para finalmente lavarlo y secarlo en el horno a una temperatura de 110°C.

Una vez lavado y secado la muestra se procedió al pesaje de aproximadamente 1250 gr por cada tamaño de agregado, obteniendo un peso final total de 5000 gr tal como se recomienda en la norma NTP 400.019.

Posteriormente se llevó a la máquina de los ángeles, donde se introdujo el material seleccionado y las 12 esferas de acero por ser del tipo A de gradación, tal como se indica en la norma.

Una vez colocado la muestra de ensayo y la carga en la máquina de los ángeles, se procedió a rotarla por 500 revoluciones en un tiempo de 20 minutos.

Una vez realizado el proceso de rotación de 500 revoluciones, se procedió a vaciar el material en un recipiente, para separar las esferas de acero del material y luego se procedió a tamizar por la malla N°12 y se hizo el pesaje del material retenido en dicha malla.

Donde los datos recogidos de los ensayos del laboratorio son:

C = Masa original de la muestra ensayada (gr)

Y = Masa final de la muestra retenida en la malla N°12 lavada y secada (gr)

Cantera Chullqui: Para el cálculo del porcentaje de desgaste del agregado, se utilizó la fórmula de la NTP 400.019 y con los datos del laboratorio como se indican en la tabla N°36, se determinó dicho porcentaje:

$$\% \text{ de Desgaste (D)} = \frac{(C - Y)}{C} * 100$$

Dónde:

C = Masa original de la muestra ensayada (gr)

Y = Masa final de la muestra retenida en la malla N°12 lavada y secada (gr)

Tabla N° 36:

Ensayos de los ángeles de la cantera Chullqui, grado A

Mallas		Peso por tamaño de agregado (gr)	
Pasa %	Retiene %	NTP 400.019	Ensayado
1 1/2"	1"	1250.0	1248.5
1"	3/4"	1250.0	1251.4
3/4"	1/2"	1250.0	1252.0
1/2"	3/8"	1250.0	1250.1
		Total	5002.0

Datos del laboratorio:

❖ Masa original de la muestra ensayada = 5002.0 gr.

❖ Masa final de la muestra retenida en la malla N°12 lavada y secada = 4037.0 gr.

Fuente: Tesistas

Dónde:

C = 5002.0 gr

Y = 4037.0 gr

$$\% \text{ de Desgaste (D)} = \frac{(5002 - 4037)}{5002} * 100 = 19.29\%$$

Del ensayo se determinó que el porcentaje de desgastes del agregado de la cantera de Chullqui es 19.29 %.

Ilustración 15

Ensayo de los ángeles a los agregados de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Cantera Andabamba: Para el cálculo del porcentaje de desgaste del agregado, se utilizó la fórmula de la NTP 400.019 y con los datos del laboratorio como se indican en la tabla N°37, se determinó dicho porcentaje:

$$\% \text{ de Desgaste (D)} = \frac{(C - Y)}{C} * 100$$

Dónde:

C = Masa original de la muestra ensayada (gr)

Y = Masa final de la muestra retenida en la malla N°12 lavada y secada (gr)

Tabla N° 37:

Ensayos de los ángeles de la cantera Andabamba, grado A

Mallas		Peso por tamaño de agregado (gr)	
Pasa %	Retiene %	NTP	Ensayado
		400.019	
1 ½"	1"	1250.0	1249.8
1"	¾"	1250.0	1250.2
¾"	½"	1250.0	1252.0
½"	3/8"	1250.0	1250.0
		Total	5000.0

Datos del laboratorio:

- ❖ Masa original de la muestra ensayada = 5000.0 gr.
- ❖ Masa final de la muestra retenida en la malla N°12 lavada y secada = 4153.0 gr.

Fuente: Tesistas

Dónde:

$$C = 5000.0 \text{ gr}$$

$$Y = 4153.0 \text{ gr}$$

$$\% \text{ de Desgaste (D)} = \frac{(5000 - 4153)}{5000} * 100 = 16.94\%$$

Del ensayo se determinó que el porcentaje de desgastes del agregado de la cantera de Andabamba es 16.94 %. Ilustración 16

Ensayo de los ángeles a los agregados de la cantera Andabamba



Fuente: Tesistas

3.3 Diseño de mezcla

Son los procedimientos que conforman un método de diseño con el objetivo de calcular las proporciones de los materiales componentes de la mezcla. Se aplican criterios teóricos experimentales según las características físicas y mecánicas de los agregados, del tipo de cemento a utilizar, de las características plásticas y las resistencias mecánicas del concreto requerido, de las condiciones de las obras a las que estará expuesto y del tipo aditivo que se utilizará.

Existen varios métodos para el diseño de mezcla, como el método del ACI, método del módulo de finura, método de fuller, método experimental, etc., de los cuales se eligió adecuar el método del ACI-211 para nuestro diseño de mezcla de agregado global, por ser el método más usado a nivel mundial y así garantizar una buena resistencia y durabilidad del concreto optimizando en el diseño de mezclas, el comportamiento del concreto deberá cumplir con las propiedades en estado fresco, una mezcla que conserve su consistencia mediante un tiempo prolongado y permita una adecuada trabajabilidad y en estado endurecido se espera obtener los valores de la resistencia a la compresión y resistencia a la tracción por compresión diametral.

El procedimiento de diseño empleado para el método del ACI-211 es la siguiente:

Cantera Chullqui

Características de los materiales:

Resistencia del concreto $F'c$: 210 Kg/cm²

Tamaño máximo nominal : 3/4"

Peso específico del cemento : 3.12 Kg/cm³

Peso específico del agregado : 2.54 Kg/cm³

Absorción : 2.30 %

Humedad : 2.87 %

Resistencia a la compresión promedio (f'_{cr}):

Para el presente estudio no se obtuvieron datos de la desviación estándar, por lo que se utilizó la tabla N°38 para la determinar la resistencia promedio requerida.

Tabla N° 38:

Resistencia a la compresión promedio

$f'c$ (kg/cm ²)	$f'cr$ (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: ACI

Siendo nuestro diseño para una resistencia de $f'c = 210$ kg/cm², de la tabla N°38 se determinó que la resistencia a la compresión promedio:

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Elección del asentamiento (Slump):

Para la elección del asentamiento se utilizaron las tablas N°39 y N°40, con la consideración que el concreto a emplearse tenga una consistencia plástica, por tratarse de un diseño para estructuras de concreto reforzado con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm².

Tabla N° 39:

Consistencia y asentamientos

Consistencia	Asentamiento
Seca	0'' (0mm) a 2'' (50mm)
Plástica	3'' (75mm) a 4'' (100mm)
Fluida	$\geq 5''$ (125mm)

Fuente: ACI

Tabla N° 40:

Asentamiento recomendado para diversos tipos de construcción

Tipos de estructuras	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentación simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI

Por lo tanto, de las tablas N°39 y N°40 se determinó que el asentamiento permisible es de 3" a 4".

Estimación del agua de mezclado y contenido de aire:

La cantidad de agua y aire estimada por volumen unitario de concreto requerida, se estimaron de la tabla N°41, considerando un concreto sin aire incorporado y con los datos del tamaño máximo nominal del agregado y el asentamiento determinados en los pasos anteriores, se hicieron la primera estimación de la cantidad de agua y aire, recomendadas por el Comité 211 del ACI.

Tabla N° 41:

Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.

Asentamiento o slump	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1½")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")
Concretos sin aire incorporado								
30 a 50 (1" a 2")	207	199	190	179	166	154	130	113
80 a 100 (3" a 4")	228	216	205	193	181	169	145	124
150 a 180 (6" a 7")	243	228	216	202	190	178	160	---
Cantidad aproximada de aire atrapado (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concretos con aire incorporado								
30 a 50 (1" a 2")	181	175	168	160	150	142	122	107
80 a 100 (3" a 4")	202	193	184	175	165	157	133	119
150 a 180 (6" a 7")	216	205	197	184	174	166	154	---
Contenido total de aire incorporado (%).	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: ACI

Conociendo nuestro tamaño máximo nominal de 3/4" y el asentamiento que va de 3" a 4", y que no se usara aditivo para incorporar aire, de la tabla N°44 se tiene:

Volumen de agua : 205 lt/m³

Aire atrapado : 2 %

Relación agua / cemento (a/c):

La relación agua/cemento requerido se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por otros factores como la durabilidad y las propiedades de acabado. Puesto que diferentes agregados y cementos producen diferentes resistencias empleando la misma relación agua/cemento, es muy deseable establecer una relación entre las resistencias y la relación agua/cemento para los materiales que de hecho van a emplearse.

Para la selección de la relación a/c, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los

requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

Tabla N° 42:

Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (kg/cm ²)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: ACI

La relación agua/cemento para una resistencia de 294 kg/cm²: a/c= 0.56

Factor cemento: $c = 205/0.56 = 366.07 \text{ kg/m}^3 = 8.61 \text{ bols/m}^3$

Volumen del agregado:

$\text{Vol. agregado (m}^3) = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento})$

$$\text{Vol. agregado (m}^3) = 1 - \left(\frac{205}{1000} + \frac{2}{100} + \frac{366.07}{3120} \right)$$

$\text{Vol. agregado (m}^3) = 0.66 \text{ m}^3$

$\text{Peso AG} = \text{Vol. agregado} * \text{Pess} = 1676.40 \text{ kg/m}^3$

Pesos de diseño:

Peso Cemento (kg/m ³)	Peso Seco AG (kg/m ³)	Agua Diseño (lt/m ³)
366.07	1676.40	205

Corrección por humedad:

Las cantidades de agregados que realmente deben pesarse para el concreto, deben considerar la humedad del agregado. Los agregados están generalmente húmedos y sus pesos secos deben incrementarse con el porcentaje de agua, tanto absorbida como superficial que contienen. El agua de mezclado que se añade a la mezcla debe ser reducida en igual cantidad que la humedad libre contenida en el agregado, es decir humedad total menos absorción.

$$\text{Peso H.AG} = \text{Peso seco AG} \times (1 + \text{CH}/100)$$

$$\text{Peso H. AG} = 1676.40 \times (1+0.0287) = 1724.51 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua Mezcla} = \text{Agua de diseño} - [(\text{Peso seco AG} \times (\text{CH} - \text{Absorción}))/100]$$

$$\text{Agua Mezcla} = 205 - [(1676.40 \times (2.87-2.3))/100]$$

$$\text{Agua Mezcla} = 195.44 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de mezcla:

Peso Cemento (kg/m ³)	Peso húmedo AG (kg/m ³)	Agua Mezcla (lt/m ³)
366.07	1724.51	195.44

Proporciones en peso:

Cemento	AG	Mezcla
1	4.73	22.69 lt/bolsa

Pesos para una mezcladora de un pie cubico (Laboratorio):

$$1 \text{ pie}^3 = 0.0283\text{m}^3$$

Peso Cemento (kg)	Peso Seco AG (kg)	Agua Mezcla (lt)
10.37	48.83	5.53

Cantera Andabamba

Características de los materiales:

Resistencia del concreto F'c : 210 Kg/cm²

Tamaño máximo nominal : 3/4"

Peso específico del cemento : 3.12 Kg/cm³

Peso específico del agregado : 2.55 Kg/cm³

Absorción : 1.30 %

Humedad : 2.11 %

Resistencia a la compresión promedio:

Para el presente estudio no se obtuvieron datos de la desviación estándar, por lo que se utilizó la tabla N°38 para la determinar la resistencia promedio requerida.

Siendo nuestro diseño para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de la tabla N°38 se determinó que la resistencia a la compresión promedio es:

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Elección del asentamiento (Slump):

Para la elección del asentamiento se utilizaron las tablas N°39 y N°40, con la consideración que el concreto a emplearse tenga una consistencia plástica, por tratarse de un diseño para estructuras de concreto reforzado con una resistencia de 210 kg/cm².

Por lo tanto, el asentamiento permisible es de 3" a 4".

Estimación del agua de mezclado y contenido de aire:

La cantidad de agua y aire estimada por volumen unitario de concreto requerida, se estimaron de la tabla N°41, considerando un concreto sin aire incorporado y con los datos del tamaño máximo nominal del agregado y el asentamiento determinados en los pasos anteriores, se hicieron la primera estimación de la cantidad de agua y aire, recomendadas por el Comité 211 del ACI.

Conociendo nuestro tamaño máximo nominal de 3/4" y el asentamiento que va de 3" a 4", de la tabla N°45 se tiene:

Volumen de agua : 205 lt/m³

Aire atrapado : 2 %

Relación agua / cemento (a/c):

La relación agua/cemento requerido se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por otros factores como la durabilidad y las propiedades de acabado. Puesto que diferentes agregados y cementos producen diferentes resistencias empleando la misma relación agua/cemento, es muy deseable establecer una relación entre las resistencias y la relación agua/cemento para los materiales que de hecho van a emplearse.

Para la selección de la relación a/c, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

De la tabla 42 se tiene la relación agua/cemento para una resistencia de 294 kg/cm²:

$$a/c = 0.56$$

$$\text{Factor cemento: } c = 205/0.56 = 366.07 \text{ kg/m}^3 = 8.61 \text{ bols/m}$$

Volumen del agregado:

$$\text{Vol. agregado (m}^3\text{)} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento})$$

$$\text{vol. agregado (m}^3\text{)} = 1 - \left(\frac{205}{1000} + \frac{2}{100} + \frac{366.07}{3120} \right)$$

$$\text{Vol. agregado (m}^3\text{)} = 0.66 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso AG} = \text{Vol. agregado} * \text{Pess} = 1677.06 \text{ kg/m}^3$$

Pesos de diseño:

Peso Cemento (kg/m ³)	Peso Seco AG (kg/m ³)	Agua Diseño (lt/m ³)
366.07	1677.06	205

Corrección por humedad:

Las cantidades de agregados que realmente deben pesarse para el concreto, deben considerar la humedad del agregado. Los agregados están generalmente húmedos y sus pesos secos deben incrementarse con el porcentaje de agua, tanto absorbida como

superficial que contienen. El agua de mezclado que se añade a la mezcla debe ser reducida en igual cantidad que la humedad libre contenida en el agregado, es decir humedad total menos absorción.

$$\text{Peso H.AG} = \text{Peso seco AG} \times (1 + \text{CH}/100)$$

$$\text{Peso H. AG} = 1677.06 \times (1+0.0211) = 1712.44 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua Mezcla} = \text{Agua de diseño} - [(\text{Peso seco AG} \times (\text{CH} - \text{Absorción}))/100]$$

$$\text{Agua Mezcla} = 205 - [(1677.06 \times (2.11-1.3))/100]$$

$$\text{Agua Mezcla} = 191.42 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de mezcla:

Peso Cemento (kg/m ³)	Peso húmedo AG (kg/m ³)	Agua Mezcla (lt/m ³)
366.07	1712.44	191.42

Proporciones en peso:

Cemento	AG	Mezcla
1	4.68	22.22 lt/bolsa

Pesos para una mezcladora de un pie cubico (Laboratorio):

$$1 \text{ pie}^3 = 0.00283\text{m}^3$$

$$\text{Peso Cemento (kg)} = 10.37$$

$$\text{Peso Seco AG (kg)} = 48.49$$

$$\text{Agua Mescla (lt)} = 5.01$$

3.4 Elaboración del concreto:

La elaboración de las mezclas de concreto se realizó según el diseño de mezcla de cada cantera y sus propiedades físicas. Se pesó los materiales de acuerdo a las cantidades de especímenes de concreto, en una mezcladora de concreto tipo trompo de 6 pies cúbicos se mezclaron 2 diferentes mezclas de acuerdo a las proporciones de la mezcla, cumpliendo con las normas técnicas.

El equipo necesario

- Mezcladora de concreto tipo trompo de 6 Pie3
- Una carretilla buggy para el transporte del concreto fresco.
- Cono de Abrams.
- Varilla apisonadora con punta redondeada de 5/8" de diámetro y 60cm de longitud.
- Cuchara para el muestreo y plancha de albañilería

Ilustración 17

procedimiento para determinar el asentamiento



Fuente: Tesistas

3.4.1 *Probetas de concreto:*

Para los ensayos de caracterización mecánica y de durabilidad se utilizó probetas ó briqueteras de 6" x 12" (150 mm de diámetro x 300 mm de altura). Las probetas y la elaboración de especímenes de concreto cumplen la norma NTP 339.033.

Moldeado de los cilindros de prueba

- Se colocó los moldes de cilindros en una superficie nivelada.

- Se engrasó con aceite la pared y la base interior de los moldes cilíndricos.
- Se llenó el molde en tres capas iguales con la cuchara.
- Se compactó la capa apisonando, con una varilla de 5/8" en caso de los moldes de 6"x12", 25 veces uniformemente distribuidas en cada capa.
- Se enrazó la parte superior con la plancha de albañil para obtener una superficie lisa y nivelada.
- Finalmente, se le marcó en la superficie la fecha y el tipo de concreto vaciado.

Ilustración 18

Preparación de la mezcla y elaboración de las 18 probetas



Fuente: Tesistas

3.4.2 Curado del concreto:

Después de su fabricación, las probetas cilíndricas utilizadas para los ensayos de caracterización, se mantuvieron en sus respectivos moldes durante las primeras 24

horas. Para luego desmoldaron e introdujeron en una cámara de curado, por el tiempo de 7, 14 y 28 días.

Ilustración 19

Proceso de curado de las probetas



Fuente: Tesistas

3.4.3 Ensayos de resistencia a compresión:

Los ensayos de resistencia a compresión se realizaron según la norma del ASTM C39 y la NTP 339.034 (ilustración N°4). Se utilizaron probetas cilíndricas de 150 mm de diámetro y de 300 mm de altura. Para cada tipo de concreto se ensayaron 3 probetas a 7, 15 y 28 días.

Ilustración 20

Rotura de las probetas – ensayo a compresión



Fuente: Tesistas

3.5 Resultado del ensayo a compresión

Cantera Chullqui:

Tabla N° 43:

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto de la cantera Chullqui, $f'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$

Item	Código	Días curado y rotura	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Dimensiones		Carga (kgf)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio de esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
					Diámetro (cm)	Área (cm ²)				
1	P-1	7	11/03/2020	18/03/2020	15	176.72	26747	151.36		
2	P-2	7	11/03/2020	18/03/2020	15	176.72	26339	149.05	149.81	71.34%
3	P-3	7	11/03/2020	18/03/2020	15.1	179.08	26686	149.02		
4	P-4	14	11/03/2020	25/03/2020	15	176.72	34374	194.52		
5	P-5	14	11/03/2020	25/03/2020	15	176.72	34792	196.88	195.75	93.21%
6	P-6	14	11/03/2020	25/03/2020	15	176.72	34609	195.85		
7	P-7	28	11/03/2020	08/04/2020	15	176.72	45081	255.10		
8	P-8	28	11/03/2020	08/04/2020	15.1	179.08	46570	260.05	255.25	121.55%
9	P-9	28	11/03/2020	08/04/2020	15.1	179.08	44877	250.60		

Fuente: Tesistas

Cantera Andabamba

Tabla N° 44:

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto de la cantera Andabamba, $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Item	Código	Días curado y rotura	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Dimensiones		Carga (kgf)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio de esfuerzo (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
					Diámetro (cm)	Área (cm ²)				
1	P-1	7	11/03/2020	18/03/2020	15.1	179.08	28072	156.76		
2	P-2	7	11/03/2020	18/03/2020	15	176.72	28837	163.18	159.37	75.89%
3	P-3	7	11/03/2020	18/03/2020	15	176.72	27950	158.16		
4	P-4	14	11/03/2020	25/03/2020	15.1	179.08	33201	185.4		
5	P-5	14	11/03/2020	25/03/2020	15	176.72	33772	191.11	188.36	89.70%
6	P-6	14	11/03/2020	25/03/2020	15	176.72	33324	188.57		
7	P-7	28	11/03/2020	08/04/2020	15.1	179.08	44102	246.27		
8	P-8	28	11/03/2020	08/04/2020	15	176.72	44755	253.26	251.16	119.60%
9	P-9	28	11/03/2020	08/04/2020	15	176.72	44877	253.95		

Fuente: Tesistas

3.6 Análisis del crecimiento de la resistencia en el tiempo

Cantera Chullqui: En la tabla N° 45 son los resultados promedio de 3 probetas elaboradas en cada tiempo de curado que son a 7, 14 y 28 días, estando a temperatura ambiental, se observa que a medida que va pasando el tiempo de curado, va incrementando su resistencia a la compresión, hasta un promedio de 255.25 kg/cm² en 28 días y manteniéndose en el transcurso del tiempo.

Tabla N° 45:

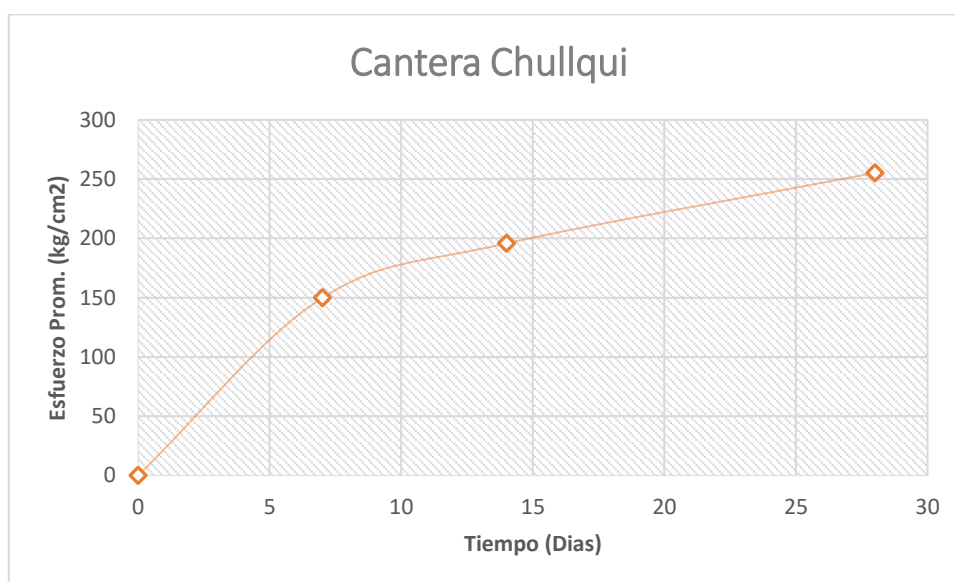
Ensayo a la resistencia a compresión promedio de la cantera Chullqui

Tiempo (días)	Esfuerzo Prom. (kg/cm ²)
0	0
7	149.81
14	195.75
28	255.25

Fuente: Tesistas

Gráfico 7

Evolución del esfuerzo promedio del concreto (resistencia del concreto), de la cantera Chullqui



Fuente: Tesistas

Cantera Andabamba En la tabla N° 46 son los resultados promedio de 3 probetas elaboradas en cada tiempo de curado que son a 7, 14 y 28 días, estando a temperatura ambiental, se observa que a medida que va pasando el tiempo de curado, va incrementando su resistencia a la compresión, hasta un promedio de 251.17 kg/cm² en 28 días y manteniéndose en el transcurso del tiempo.

Tabla N° 46:

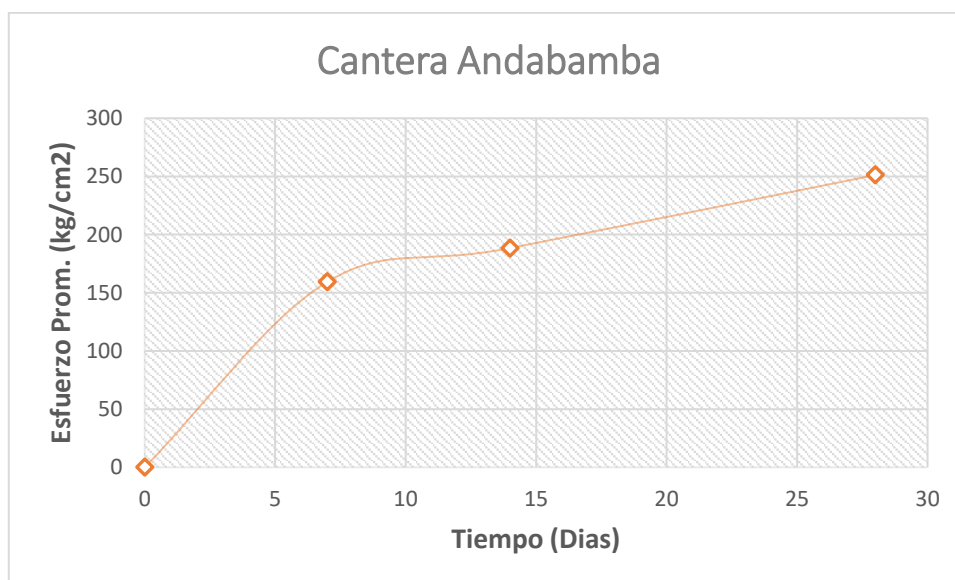
Ensayo a la resistencia a compresión promedio de la cantera Andabamba.

Tiempo (días)	Esfuerzo Prom. (kg/cm ²)
0	0
7	159.37
14	188.36
28	251.16

Fuente: Tesistas

Gráfico 8

Evolución del esfuerzo promedio del concreto (resistencia del concreto), de la cantera Andabamba



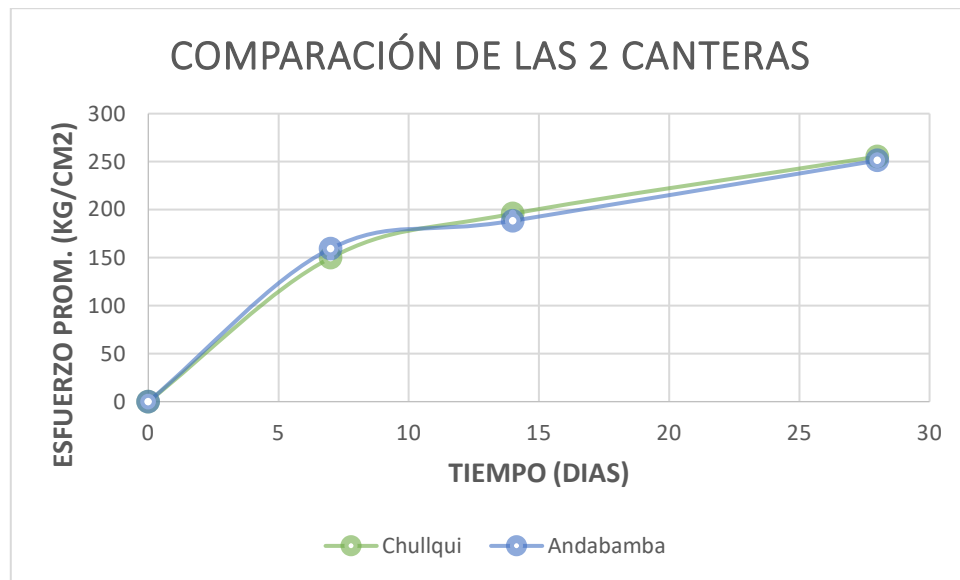
Fuente: Tesistas

Resumen de resistencia promedio del concreto: Se observa que el concreto promedio de 3 probetas por cada tiempo de curado, utilizando los agregados de las dos canteras,

superan la resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en los 28 días de curado. También se observa que el concreto diseñado con los agregados de la cantera Chullqui es ligeramente mayor que la otra.

Gráfico 9

Comparación de la evolución del esfuerzo promedio del concreto de las dos canteras



Fuente: Tesistas

3.7 Validación de resultados del ensayo de compresión:

Cantera Chullqui:

Resistencia a la compresión a los 7 días: teniendo los resultados de las 3 probetas ensayadas en 7 días de curado, se verifica la validación de los resultados con la resistencia promedio y característica del concreto, que como valor mínimo tiene una resistencia de 148.01 kg/cm^2 , donde no se rechaza ninguna probeta por tener resultados por encima de la mínima resistencia. Obteniendo un coeficiente de variación de 0.90 % que nos indica un ensayo bien controlado.

Tabla N° 47:

Validación de la resistencia a la compresión a los 7 días

N°	Esfuerzo (kg/cm ²)
1	151.36
2	149.05
3	149.02

Desviación estándar:
S= 1.34 kg/cm²

Promedio de los esfuerzos:
X_{prom}= 149.81 kg/cm²

Coefficiente de variación:
V1= 0.90 %
(Ensayo bien controlado)

Resistencia a la compresión prom.:
f_{cr}= 211.80 kg/cm²
f_{cr}= 178.13 kg/cm²

Resistencia característica:
f'ck= 148.01 kg/cm² (mínima resistencia)
f'ck = 181.68 kg/cm²

Fuente: Tesistas

Resistencia a la compresión a los 14 días: teniendo los resultados de las 3 probetas ensayadas en 14 días de curado, se verifica la validación de los resultados con la resistencia promedio y característica del concreto, que como valor mínimo tiene una resistencia de 194.16 kg/cm², donde no se rechaza ninguna probeta por tener resultados por encima de la mínima resistencia. Obteniendo un coeficiente de variación de 0.61 % que nos indica un ensayo bien controlado.

Tabla N° 48:

Validación de la resistencia a la compresión a los 14 días

N°	Esfuerzo (kg/cm ²)	
1	194.52	Desviación estándar: S= 1.18 kg/cm ²
2	196.88	
3	195.85	
		Promedio de los esfuerzos: X _{prom} = 195.75 kg/cm ²
		Coefficiente de variación: V1= 0.60 % (Ensayo bien controlado)
		Resistencia a la compresión prom.: f _{cr} = 211.59 kg/cm ² f _{cr} = 177.76 kg/cm ²
		Resistencia característica: f'ck= 194.16 kg/cm ² (mínima resistencia) f'ck = 227.99 kg/cm ²

Fuente: Tesistas

Resistencia a la compresión a los 28 días: teniendo los resultados de las 3 probetas ensayadas en 28 días de curado, se verifica la validación de los resultados con la resistencia promedio y característica del concreto, que como valor mínimo tiene una resistencia de 248.92 kg/cm², donde no se rechaza ninguna probeta por tener resultados por encima de la mínima resistencia. Obteniendo un coeficiente de variación de 1.85 % que nos indica un ensayo bien controlado.

Tabla N° 49:

Validación de la resistencia a la compresión a los 28 días

N°	Esfuerzo (kg/cm ²)	
1	255.10	Desviación estándar: S= 4.73 kg/cm ²
2	260.06	
3	250.60	
		Promedio de los esfuerzos: X _{prom} = 255.25 kg/cm ²
		Coefficiente de variación: V1= 1.85 % (Ensayo bien controlado)
		Resistencia a la compresión prom.: f _{cr} = 216.34 kg/cm ² f _{cr} = 186.03 kg/cm ²
		Resistencia característica: f'ck= 248.91 kg/cm ² (mínima resistencia) f'ck = 279.23 kg/cm ²

Fuente: Tesistas

Cantera Andabamba

Resistencia a la compresión a los 7 días: teniendo los resultados de las 3 probetas ensayadas en 7 días de curado, se verifica la validación de los resultados con la resistencia promedio y característica del concreto, que como valor mínimo tiene una resistencia de 154.84 kg/cm², donde no se rechaza ninguna probeta por tener resultados por encima de la mínima resistencia. Obteniendo un coeficiente de variación de 2.12 % que nos indica un ensayo bien controlado.

Tabla N° 50:

Validación de la resistencia a la compresión a los 7 días

N°	Esfuerzo (kg/cm ²)
1	156.76
2	163.18
3	158.16

Desviación estándar:
 $S = 3.38 \text{ kg/cm}^2$

Promedio de los esfuerzos:
 $X_{\text{prom}} = 159.37 \text{ kg/cm}^2$

Coefficiente de variación:
 $V1 = 2.12 \%$
(Ensayo bien controlado)

Resistencia a la compresión prom.:
 $f_{cr} = 214.52 \text{ kg/cm}^2$
 $f_{cr} = 182.87 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia característica:
 $f'_{ck} = 154.84 \text{ kg/cm}^2$ (mínima resistencia)
 $f'_{ck} = 186.50 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Tesistas

Resistencia a la compresión a los 14 días: teniendo los resultados de las 3 probetas ensayadas en 14 días de curado, se verifica la validación de los resultados con la resistencia promedio y característica del concreto, que como valor mínimo tiene una resistencia de 184.53 kg/cm², donde no se rechaza ninguna probeta por tener resultados por encima de la mínima resistencia. Obteniendo un coeficiente de variación de 1.52 % que nos indica un ensayo bien controlado.

Tabla N° 51:

Validación de la resistencia a la compresión a los 14 días

N°	Esfuerzo (kg/cm ²)
1	185.4
2	191.11
3	188.57

Desviación estándar:
S= 2.86 kg/cm²

Promedio de los esfuerzos:
X_{prom}= 188.36 kg/cm²

Coefficiente de variación:
V1= 1.52 %
(Ensayo bien controlado)

Resistencia a la compresión prom.:
f_{cr}= 213.83 kg/cm²
f_{cr}= 181.67 kg/cm²

Resistencia característica:
f'ck= 184.53 kg/cm² (mínima resistencia)
f'ck = 216.69 kg/cm²

Fuente: Tesistas

Resistencia a la compresión a los 28 días: teniendo los resultados de las 3 probetas ensayadas en 28 días de curado, se verifica la validación de los resultados con la resistencia promedio y característica del concreto, que como valor mínimo tiene una resistencia de 145.47 kg/cm², donde no se rechaza ninguna probeta por tener resultados por encima de la mínima resistencia. Obteniendo un coeficiente de variación de 1.69 % que nos indica un ensayo bien controlado.

Tabla N° 52:

Validación de la resistencia a la compresión a los 28 días

N°	Esfuerzo (kg/cm²)	
1	246.27	Desviación estándar: S= 4.25 kg/cm ²
2	253.26	
3	253.95	
		Promedio de los esfuerzos: X _{prom} = 251.16 kg/cm ²
		Coefficiente de variación: V1= 1.69 % (Ensayo bien controlado)
		Resistencia a la compresión prom.: f _{cr} = 215.69 kg/cm ² f _{cr} = 184.90 kg/cm ²
		Resistencia característica: f'ck= 245.47 kg/cm ² (mínima resistencia) f'ck = 276.26 kg/cm ²

Fuente: Tesistas

3.8 Coeficiente de relación de Pearson

Tabla N° 53:

Coeficiente de correlación y determinación del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ entre la cantera Chullqui y Andabamba.

N° de probetas	Resistencia del concreto (kg/cm ²)				
	X Chullqui	Y Andabamba	X ²	Y ²	X*Y
1	151.360	156.760	24573.698	22909.850	23727.194
2	149.050	163.180	26627.712	22215.903	24321.979
3	149.020	158.160	25014.586	22206.960	23569.003
4	194.520	185.400	34373.160	37838.030	36064.008
5	196.880	191.110	36523.032	38761.734	37625.737
6	195.850	188.570	35558.645	38357.223	36931.435
7	255.100	246.270	60648.913	65076.010	62823.477
8	260.060	253.260	64140.628	67631.204	65862.796
9	250.600	253.950	64490.603	62800.360	63639.870
N	9.00				
Sumatoria	1796.660	1802.440	371950.976	377797.273	374565.498
Promedio	200.271	199.629			
Varianza	1868.957	1476.193			
σ_x, σ_y	43.231	38.421			
covarianza	1638.489				
r	0.986	98.64%			<i>Coeficiente de Pearson</i>
r²	0.973	97.31%			<i>Coeficiente de Determinación</i>

Fuente: Tesistas

De la tabla N°53, el valor r indica que tiene una correlación positiva muy alto (98.64%), es decir, existe una directa asociación entre variables de la resistencia del concreto. El valor de r² indica el coeficiente de determinación que entre las dos variables existe relación lineal (97.31%).

3.9 Análisis comparativo entre la cantera Chullqui con la cantera Andabamba

Tabla N° 54:

Resumen de la comparación entre la cantera Chullqui y Andabamba

Cantera Chullqui	Cantera Andabamba	Comentario	
Clasificación del Material y Granulometría			
<i>Muestra N°1:</i> SUCS: SW-SM T.M: 2” T.M.N: 3/4”	<i>Muestra N°1:</i> SUCS: SP-SM T.M: 2” T.M.N: 3/4”	El análisis granulométrico de las dos canteras no cumple con las especificaciones de la gradación requeridas por la Norma Técnica Peruana NTP 400.037.	
<i>Muestra N°2:</i> SUCS: SW-SM T.M: 2” T.M.N: 3/4”	<i>Muestra N°2:</i> SUCS: SP-SM T.M: 2” T.M.N: 3/4”		
<i>Muestra N°3:</i> SUCS: SW T.M: 2” T.M.N: 3/4”	<i>Muestra N°3:</i> SUCS: SP-SM T.M: 2” T.M.N: 3/4”		
Módulo de fineza			
M.F.: 4.21 (M-1) M.F.: 4.16 (M-2) M.F.: 4.26 (M-3) Dónde: M.F. (promedio) = 4.21	M.F.: 3.67 (M-1) M.F.: 3.73 (M-2) M.F.: 3.88 (M-3) Dónde: M.F. (promedio) = 3.76		Se recomienda que el módulo de fineza debe de estar entre 2.30 y 3.10, requeridas por la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 y para tener una buena trabajabilidad y reducir la segregación. Las dos canteras no se encuentran dentro del rango permitido.
Peso específico, absorción y contenido de humedad			
Humedad: 2.93% (M-1) Humedad: 2.86% (M-2) Humedad: 2.82% (M-3) Dónde: Humedad (prom)=2.87% P.E: 2.54 gr/cm ³ Absorción: 2.3 %	Humedad: 2.05% (M-1) Humedad: 2.17% (M-2) Humedad: 1.21% (M-3) (no válido) Dónde: Humedad (prom.) = 2.11% P.E: 2.55 gr/cm ³ Absorción: 1.3 %	Con estos resultados se puede determinar que: Cantera Chullqui la absorción es menor a la humedad por lo que el agregado no restara agua de manera a la mezcla usando casi el volumen de diseño del laboratorio Cantera Andabamba la absorción es mucho menor a la humedad por lo que se deberá reducir la adición de agua a la mezcla ya que el agregado aportará una cantidad significativa.	
Resultados complementarios			
Partículas desmenuzables: 0.686 Carbón y lignito: 0.0054 Sales y sulfatos: 0.0018	Partículas desmenuzables: 0.761 Carbón y lignito: 0.0059 Sales y sulfatos: 0.0018	El análisis de los sales y sulfato está dentro de los parámetros establecidos por ACI (despreciable), también las partículas desmenuzables se encuentran dentro de lo permitido de acuerdo a la NTP	

Cantera Chullqui	Cantera Andabamba	Comentario
		400.018.
Resistencia a la degradación en agregados gruesos		
19.29%	16.94 %	Los resultados de degradación de los agregados son menores que el 50%, quiere decir que el agregado se puede utilizar para el concreto y obtener buenos resultados según NTP 400.037
Diseño de mezcla en peso (proporción) C: Ag: Agua		
1 : 4.73 : 22.69 lt/bls.	1 : 4.68 : 22.22 lt/bls.	Que tanto la cantera Chullqui como Andabamba tienen proporciones similares en el diseño y esto se justifica a que corresponde a la misma cuenca Hidrográfica, por lo que el diseño sería válido para tramos intermedios de la cuenca.
Resistencia a compresión promedio		
7 días: 149.80 kg/cm ² (71.34% f'c)	7 días: 159.36 kg/cm ² (75.85% f'c)	Los resultados de resistencia a la compresión obtenidos en los diferentes días de curado del concreto, superan la mínima resistencia característica desarrollada en las tablas del N°42 al N°43, por lo que se concluye que los elementos pueden ser desencofrados a partir de los 14 días.
14 días: 195.75 kg/cm ² (93.21% f'c)	14 días: 188.37 kg/cm ² (89.70% f'c)	
28 días: 255.25 kg/cm ² (121.55% f'c)	28 días: 251.17 kg/cm ² (119.60% f'c)	
Coefficiente de variación		
7 días: 0.90 %	7 días: 2.12 %	Todos los coeficientes de variación tienen un resultado menor al 5%, eso quiere decir que todos los ensayos fueron bien controlados, pero el que demuestra mayor homogeneidad en los resultados es la cantera Chullqui.
14 días: 0.61%	14 días: 1.52%	
28 días: 1.85%	28 días: 1.69%	
Coefficiente de correlación y determinación		
r	0.986 98.64%	Tiene una correlación positiva muy alta y tienen una relación lineal.
r ²	0.973 97.30%	
Fuente: Tesistas		

Conclusiones

La cantera Chullqui en la toma de las muestras el agregado se encuentra húmeda, con eso se entiende que no habrá un incremento de agua en la mezcla del concreto. La cantera posee un agregado de tamaño máximo nominal de 3/4", donde el análisis granulométrico no cumple con las especificaciones de la gradación de la norma ASTM C 33 (ver tabla N° 5), teniendo una granulometría discontinua, a ello se suma que el módulo de fineza no se encuentra en el rango recomendado por la normativa, con esas consideraciones el agregado dentro de la mezcla no tendría una buena trabajabilidad y ocasionaría la segregación en el concreto (ver tabla N°56). El agregado tiene una buena resistencia a la degradación menor al 50%, por más que el agregado en sus propiedades físicas no cumpla con la normativa, se logra obtener la resistencia requerida de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

La cantera Andabamba en la toma de las muestras el agregado se encuentra húmeda, con eso se entiende que no habrá un incremento de agua en la mezcla del concreto. La cantera posee un agregado de tamaño máximo nominal de 3/4", donde el análisis granulométrico no cumple con las especificaciones de la gradación de la norma ASTM C 33 (ver tabla N° 5), teniendo una granulometría discontinua, a ello se suma que el módulo de fineza no se encuentra en el rango recomendado por la normativa, con esas consideraciones el agregado dentro de la mezcla no tendría una buena trabajabilidad y ocasionaría la segregación en el concreto (ver tabla N°56). El agregado tiene una buena resistencia a la degradación menor al 50%, por más que el agregado en sus propiedades físicas no cumpla con la normativa, se logra obtener la resistencia requerida de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Para el diseño de la mezcla de concreto se usó el hormigón como agregado de la cantera Chullqui, y se determinó una proporción en peso de 1 : 4.73 : 22.69 lt/saco, con ello se

elaboró 9 probetas, con tiempo de curado de 3 probetas a 7 días, 3 probetas a 14 días y 3 probetas a 28 días. Obteniendo resistencias promedio a 7 días de 149.80 kg/cm² con CV de 0.90%, a 14 días de 195.75 kg/cm² con CV de 0.61% y a 28 días de 255.25 kg/cm² con CV 1.85 %. Los agregados de la cantera Chullqui ayudan a los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto, se demuestra que supera la resistencia requerida y de acuerdo al coeficiente de variación los ensayos fueron bien controlados y poseen mayor homogeneidad en comparación con la cantera Andabamba. Para el diseño de la mezcla de concreto se usó el hormigón como agregado de la cantera Andabamba, y se determinó una proporción en peso de 1 : 4.68 : 22.22 lt/saco, con ello se elaboró 9 probetas, con tiempo de curado de 3 probetas a 7 días, 3 probetas a 14 días y 3 probetas a 28 días. Obteniendo resistencias promedio a 7 días de 159.36 kg/cm² con CV de 2.12%, a 14 días de 188.37 kg/cm² con CV de 1.52% y a 28 días de 251.17 kg/cm² con CV 1.69 %. Los agregados de la cantera Andabamba ayudan a los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto, se demuestra que supera la resistencia requerida y de acuerdo al coeficiente de variación los ensayos fueron bien controlados, pero poseen menor homogeneidad en comparación con la cantera Chullqui.

Para comparar los resultados de la resistencia a la compresión, utilizando los agregados de las dos canteras, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de determinación (ver tabla N° 55). Donde el valor r indica que tiene una correlación positiva muy alto (99.64%), es decir, existe una directa asociación entre las variables de la resistencia del concreto, utilizando los agregados de las dos canteras, El valor de r^2 indica el coeficiente de determinación que entre las dos variables existe relación lineal (97.30%). Los dos grupos de concreto demuestran un buen comportamiento.

Sugerencias

Si bien se demuestra que el concreto con el hormigón supera la resistencia a la compresión requerida, se recomienda utilizar este tipo de concreto para una resistencia menor a 150 kg/cm² y para obras que requieran menor resistencia.

De no existir otra posibilidad de uso de agregado global de estas canteras, los materiales que son retenidos por la malla de 1" deberán ser retirados de manera manual ya que representan menos del 5.00% del volumen total del agregado.

Se recomienda utilizar piedra chancada y arena gruesa, para una resistencia a la compresión de $f'c = 210$ kg/cm², ya que las piedras chancadas son más angulosas y genera una mayor adherencia con la pasta.

Para usar el hormigón, deberá estar libre cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica u otras sustancias dañinas para el concreto, su granulometría deberá estar comprendida entre la malla de 2" como máximo y la malla N° 100 como mínimo.

Se requiere continuar la investigación realizando ensayos de tracción y módulo de elasticidad, para poder determinar mejor el comportamiento del concreto con el uso del hormigón y poder recomendar nuevos usos.

Se sugiere continuar la investigación cuando se extrae las muestras en tiempo de estiaje ya que esta investigación las muestras para los ensayos se extrajeron en máximas avenidas.

Bibliografía

- Abanto Castillo, F. (1994). Tecnología del Concreto. Lima, Perú: San Marcos.
- ACI 201.2R-07. (2000). Guide to durable concrete. American Concrete Institute (ACI).
- ACI 211 (American Concrete Institute). 1991. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, reapproved 2002, ACI Committee 211.
- ACI 211.1-97. (1998) Estándar Practice for Selecting Proportions for normal, Heavy Weight, Mass Concrete.
- Al-Assadi, G. (2009). Influencia de las Condiciones de Curado en el Comportamiento del Hormigón sometido a Ciclos Hielo-Deshielo (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Puertos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- ASTM : American Society of Testing Materials. (s.f.).
- Bazalar, L. & Cadenillas, M. (2019). Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aporticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental. (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Perú.
- Becker, E. (2010). Durabilidad del hormigón. Comportamiento del hormigón estructural durante su vida de servicio, Retrieved 10/01, 2010
- Caycho, T. & Espinoza, D. (2019). Mezcla de concreto con agregado grueso reciclado usando cemento portland tipo HS para cimentaciones, distrito la Molina, año-2019. (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma – Perú.
- Erazo, N. (2018). Evaluación del diseño de concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Federico Villareal –

Perú.

Espinoza, R. & Valdiviezo, O. (2019). Influencia del Curado en la Permeabilidad del Hormigón de Alta Resistencia Fabricado con y sin Adiciones Reciclables.

(Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador – Ecuador.

García, B. (2017). Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Puno. (Tesis de Pregrado).

Universidad Nacional del Altiplano – Perú.

Meléndez, A. (2016). Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla $f'c = 210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz-2016.

(Tesis de Pregrado). Universidad San Pedro – Perú.

Mora, D. (2014). Hormigones con agregados cerámicos: Caracterización del hormigón resultante de utilizar el desecho de la industria cerámica de la ciudad de

Cuenca como agregado grueso. (Tesis de Posgrado). Universidad de Cuenca – Ecuador.

NTP : Normas Técnicas Peruanas. (s.f.).

PCA, P. C. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto (Primera Edición)

Pigeon M., y Pleau R. (1995). Durability of Concrete in Cold Climates, E & FN Spon, Boundry row.

Rivva López, E. (2010). Durabilidad y patología del concreto. Lima, Peru.

Rostam S. (1989). Durable Concrete Structure-CEB Desing Guide (2 nd Edition), Bulletin d'Information N° 182, Comité Euro-International du Beton (CEB), Lausanne.

Romero Mendoza, H.L. (2011). Deterioro del Hormigon sometido a ensayo Acelerados de HieloDeshielo en presencia de cloruros (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Universidad Politécnica

de Madrid, Madrid, España.

Sánchez de Guzman, D. (2003). Durabilidad y Patología del Concreto. Asocreto, Bogotá, Colombia.

Segura Pérez, I. (2008). Caracterizaciones del proceso de descarificación en morteros, mediante ensayos destructivos y no destructivos”. (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

Anexos**Ensayos de Laboratorio**

**LABORTEC**LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTOEMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

AGREGADO GLOBAL CANTERA CHULLQUI


LABORTEC

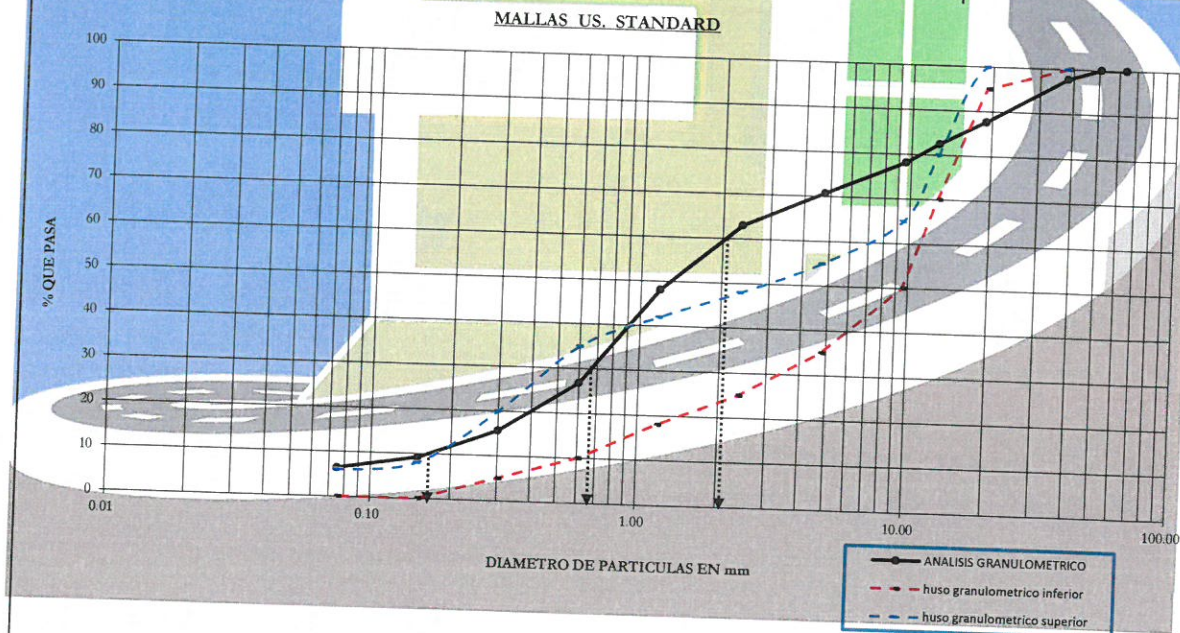
 LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
 DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

 EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
 DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ - HUANUCO 2019
TÉCNICO SOLICITA : ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CABRERA
 BACH. ROGER, BERROSPI ALMEDIA
 BACH. JAMES GARNER, CAMPOS AVILES
FECHA : MARZO DE 2020
CANTERA : CANTERA CHULLQUI M-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - AGREGADO GLOBAL

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4" Agregado Global		Parametros del Analisis Granulometrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal: 3/4 " Según NTP 400.037
2 1/2"	63.500				100.00			
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza: 4.21
1 1/2"	38.100	114.40	2.29	2.29	97.71	100	100	
3/4"	19.050	504.20	10.08	12.37	87.63	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200: 6.40
1/2"	12.700	259.90	5.20	17.57	82.43			% De Humedad: 2.93
3/8"	9.525	215.40	4.31	21.88	78.12			
4"	4.750	369.60	7.39	29.27	70.73	35	55	Clasificación por SUCS: SW - SM Arena bien graduada con limo y grava
8"	2.360	386.10	7.72	36.99	63.01			
16"	1.180	745.20	14.90	51.90	48.10			% Que pasa la N°4 70.73
30"	0.600	1065.70	21.31	73.21	26.79	10	35	
50"	0.300	556.30	11.13	84.34	15.66			
100"	0.150	326.00	6.52	90.86	9.14	0	8	
200"	0.075	137.00	2.74	93.60	6.40			
< 200"	0.075	320.00	6.40	100.00				



Elio Augusto Saavedra C.

TEC LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo

CIP N° 109667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

 E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ - HUÁNUCO 2019

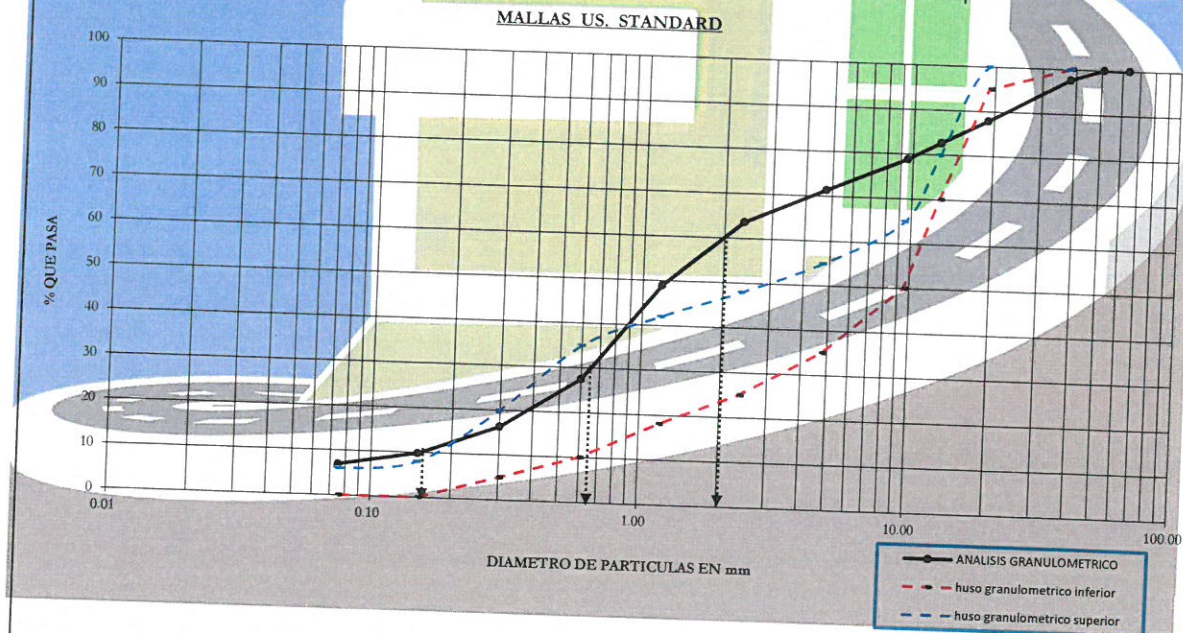
TÉCNICO SOLICITA : ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CABRERA
BACH. ROGER, BERROSPI ALMEDIA
BACH. JAMES GARNER, CAMPOS AVILES

FECHA : MARZO DEL 2020

CANTERA : CANTERA CHULLQUI M-2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - AGREGADO GLOBAL

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4" / Agregado Global		Parámetros del Análisis Granulométrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal: 3/4" Según NTP 400.037
2 1/2"	63.500				100.00			
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza: 4.16
1 1/2"	38.100	121.70	2.38	2.38	97.62	100	100	
3/4"	19.050	496.70	9.73	12.12	87.88	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200: 6.88
1/2"	12.700	267.20	5.24	17.36	82.64			
3/8"	9.525	196.60	3.85	21.21	78.79			% De Humedad: 2.86
4"	4.750	378.70	7.42	28.63	71.37	35	55	
8"	2.360	395.50	7.75	36.38	63.62			Clasificación por SUCS: SW - SM
16"	1.180	749.80	14.69	51.07	48.93			
30"	0.600	1096.20	21.48	72.56	27.44	10	35	Arena bien graduada con limo y grava
50"	0.300	567.70	11.13	83.68	16.32			
100"	0.150	331.90	6.50	90.19	9.81	0	8	% Que pasa la N°4 71.37
200"	0.075	149.70	2.93	93.12	6.88			
< 200"	0.075	351.00	6.88	100.00				



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



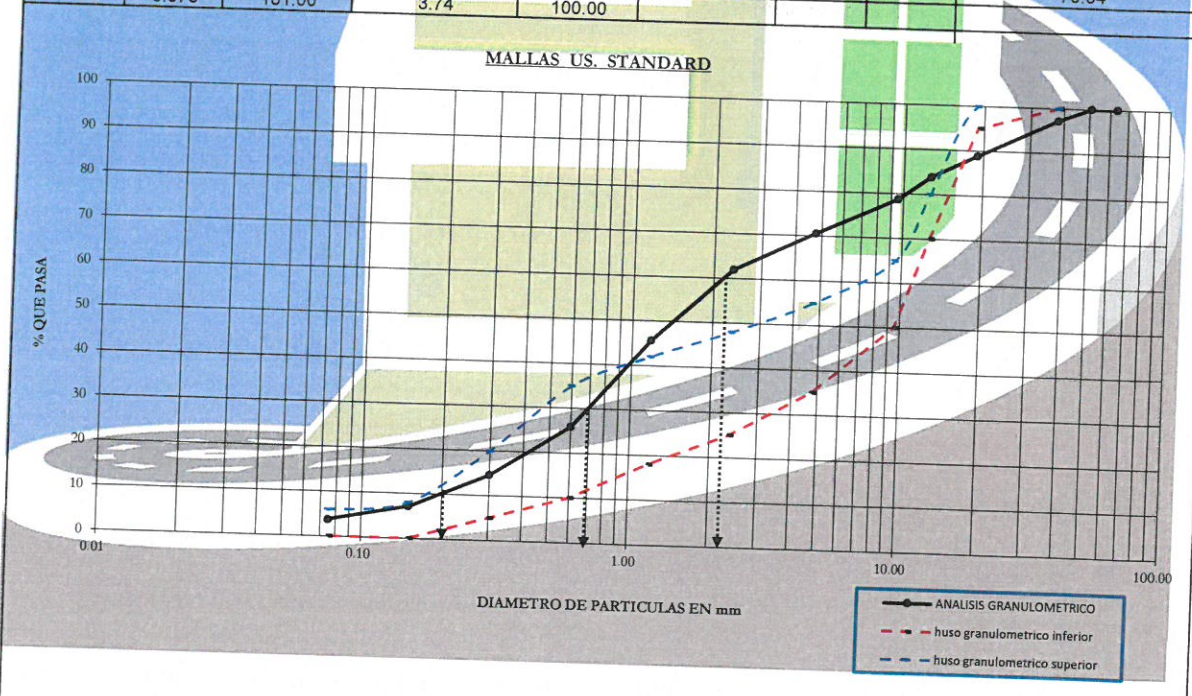
OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ - HUÁNUCO 2019

TÉCNICO SOLICITA : ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CABRERA
BACH. ROGER BERROSPI ALMEDIA
BACH. JAMES GARNER, CAMPOS AVILES

FECHA CANTERA : MARZO DEL 2020
CANTERA CHULLQUI M-3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - AGREGADO GLOBAL

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4" / Agregado Global		Parámetros del Análisis Granulométrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal: 3/4 " Según NTP 400.037
2 1/2"	63.500				100.00			
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza: 4.26
1 1/2"	38.100	136.20	2.81	2.81	97.19	100	100	
3/4"	19.050	403.00	8.32	11.13	88.87	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200: 3.74
1/2"	12.700	242.30	5.00	16.13	83.87			
3/8"	9.525	251.80	5.20	21.32	78.68			% De Humedad: 2.82
4"	4.750	394.10	8.13	29.46	70.54	35	55	
8"	2.360	416.70	8.60	38.06	61.94			Clasificación por SUCS: SW Arena bien graduada con grava
16"	1.180	791.20	16.33	54.38	45.62			
30"	0.600	959.30	19.80	74.18	25.82	10	35	% Que pasa la N°4 70.54
50"	0.300	545.80	11.26	85.44	14.56			
100"	0.150	362.10	7.47	92.92	7.08	0	8	
200"	0.075	162.30	3.35	96.26	3.74			
< 200"	0.075	181.00	3.74	100.00				



Elio Augusto Saavedra C.
LABORTEC LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

**LABORTEC**LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTOEMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LA CANTERA CHULLQUI


LABORTEC

 LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
 DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

 EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
 DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
 (NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F'c=210$ Kg/cm² - HUANUCO 2019
 SOLICITA : BACH/ING. CIVIL. ROGER, BERROSPI ALMEIDA
 BACH/ING. CIVIL. JAMES GARDNER, CAMPOS AVILES
 CANTERA : CANTERA CHULLQUI M-1
 FECHA : MARZO DE 2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1 GRANO GRUESO AGREGADO GLOBAL
 MUESTRA : M-1
 PROF. (m) : MUESTRA ACOPIADA

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	629.8			
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	381.8			
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	248			
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	615.6			
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	233.82			
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.482			PROMEDIO
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.540			2.482
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.633			2.540
	% de absorción = $((A - D) / D * 100)$				2.633
					2.303

Observaciones:


 Elio Augusto Saavedra C.
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
 CIP N° 169667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

 Importante: La autenticidad de este informe
 puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PARTICULAS DELEZABLES
NORMA ASTM C- 142 / MTC E 212

OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE F'c=210 Kg/cm² - HUANUCO 2019

SOLICITA : BACH/ING. CIVIL. ROGER, BERROSPI ALMEIDA
BACH/ING. CIVIL. JAMES GARDNER, CAMPOS AVILES

CANTERA : CANTERA CHULLQUI M-1

MATERIAL : M-1

FECHA : MARZO DE 2020

Muestra 01

AGREGADO FINO SOBRE EL TAMIZ

TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA DESPUES DE LA SATURACION	
N° 16	1005.58	1004.65	0.09
N° 4 -3/8	998.63	997.16	0.15
3/8 - 3/4	989.33	985.62	0.38
3/4 - 1 1/2	1002.36	1001.65	0.07
MAYORES	0		
TOTAL		3989.08	0.69

RESULTADO 0.685519704



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667


LABORTEC

 LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
 DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

 EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
 DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


SALES SULFATOS SOLUBLES Y CLORUROS

NORMA ASTM D - 1883 / MTC E 119

OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ - HUANUCO 2019

SOLICITA : BACH/ING. CIVIL. ROGER, BERROSPI ALMEIDA
BACH/ING. CIVIL. JAMES GARDNER, CAMPOS AVILES

CANTERA : CANTERA CHULLQUI M-1

MATERIAL : M-1

FECHA : MARZO DE 2020

Muestra 01

SALES Y SULFATOS SOLUBLES TOTALES

Control	Ensayo	Resultados
01	Sales Solubles, %	0.0016
02	Sales Solubles, %	0.0017
03	Sales Solubles, %	0.0018
04	Sales Solubles, %	0.0020
PROMEDIO		0.0018

CLORUROS TOTALES

Control	Ensayo	Resultados
01	Sales Solubles, %	0.0000
02	Sales Solubles, %	0.0000
03	Sales Solubles, %	0.0000
04	Sales Solubles, %	0.0000


 Elio Augusto Saavedra C.
 TECN. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
 CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



CARBON Y LIGNITO

NORMA ASTM C - 123 / MTC 215

OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE F^c=210 Kg/cm² - HUÁNUCO 2019

SOLICITA : BACH/ING. CIVIL. ROGER, BERROSPÍ ALMEIDA
BACH/ING. CIVIL. JAMES GARDNER, CAMPOS AVILES

CANTERA : CANTERA CHULLQUI M-1

MATERIAL : M-1

FECHA : MARZO DE 2020

Muestra 01

Agregado Global


Control	Ensayo	Resultados
01	CARBON Y LIGNITO	0.0014
02	CARBON Y LIGNITO	0.0017
03	CARBON Y LIGNITO	0.0016
04	CARBON Y LIGNITO	0.0170
		0.0054

Control	Ensayo	Resultados
01	CARBON Y LIGNITO	0.0000
02	CARBON Y LIGNITO	0.0000
03	CARBON Y LIGNITO	0.0000
04	CARBON Y LIGNITO	0.0000
		0.0000

SUMA DE RESULTADOS 0.0054



Elio Augusto Saavedra C.
LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO


Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
LABORTEC
CIP N° 169667



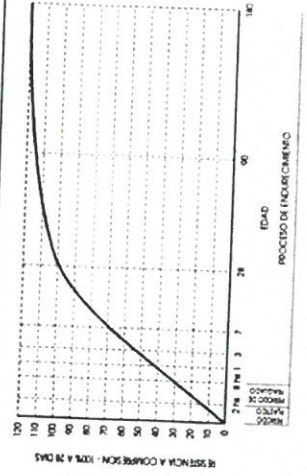
LABORTEC
GERENCIAMIENTO DE OBRAS Y CONTROL

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000



PROYECTO : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE F'c=210 Kg/cm2 - HUANUCO
UBICACIÓN : CANTERAS DE CHULLQUI
FECHA : 8 DE BRIL DE 2020
SOLICITANTE : BACH. ROGER, BERROSPI ALMEDIA
 BCH. JAMES GARDNER CAMPOS AVILES

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c
CHULLQUI	11/03/20	18/03/20	7	15.0	176.72	210	262.3	26747	151.36	72.1
CHULLQUI	11/03/20	18/03/20	7	15.0	176.72	210	258.3	26339	149.05	71.0
CHULLQUI	11/03/20	18/03/20	7	15.1	179.08	210	261.7	26686	149.02	71.0
CHULLQUI	11/03/20	25/03/20	14	15.0	176.72	210	337.1	34374	194.52	92.6
CHULLQUI	11/03/20	25/03/20	14	15.0	176.72	210	341.2	34792	196.88	93.8
CHULLQUI	11/03/20	25/03/20	14	15.0	176.72	210	339.4	34609	195.84	93.3
CHULLQUI	11/03/20	08/04/20	28	15.0	176.72	210	442.1	45081	255.11	121.5
CHULLQUI	11/03/20	08/04/20	28	15.1	179.08	210	456.7	46570	260.05	123.8
CHULLQUI	11/03/20	08/04/20	28	15.1	179.08	210	440.1	44877	250.60	119.3





LABORTEC
ING. RIDER CATALEON JARAMILLO
CIP N° 169967



LABORTEC
ING. ELIO AGUSTO SAavedra C.
ING. DE OBRAS DE CONCRETO Y ASFALTO

OBSERVACIONES

**LABORTEC**LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTOEMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

AGREGADO GLOBAL CANTERA ANDABAMBA



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA. CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ - HUANUCO 2019

EJECUTA : LABORTEC EIRL

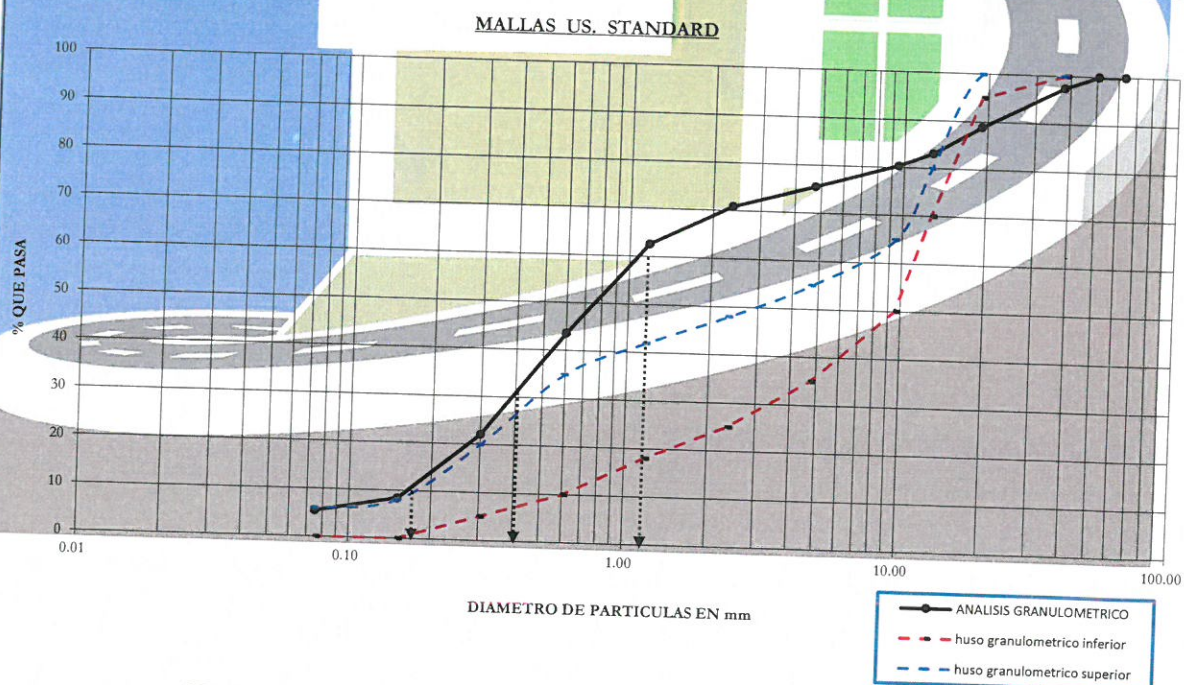
SOLICITA : BACH. ROGER, BERROSPI ALMEDIA
BACH. JAMES GARNER, CAMPOS AVILES

FECHA : MARZO DE 2020

CANTERA : CANTERA ANDABAMBA M-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4" Agregado Global		Parametros del Analisis Granulometrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal: 3/4 " Según NTP 400.037
2 1/2"	63.500				100.00			
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza: 3.67
1 1/2"	38.100	124.20	2.53	2.53	97.47	100	100	
3/4"	19.050	422.20	8.61	11.14	88.86	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200: 5.42
1/2"	12.700	284.10	5.79	16.93	83.07			
3/8"	9.525	132.40	2.70	19.63	80.37			% De Humedad: 2.05
4"	4.750	236.20	4.82	24.45	75.55	35	55	
8"	2.360	228.50	4.66	29.11	70.89			Clasificación por SUCS: SP - SM
16"	1.180	405.10	8.26	37.37	62.63			
30"	0.600	932.20	19.01	56.37	43.63	10	35	Arena mal graduada con limo y grava
50"	0.300	1053.70	21.48	77.86	22.14			
100"	0.150	674.50	13.75	91.61	8.39	0	8	% Que pasa la N°4 75.55
200"	0.075	145.40	2.96	94.58	5.42			
< 200"	0.075	266.00	5.42	100.00				



Elio Augusto Saavedra C.
LABORTEC LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC

 LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
 DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ - HUANUCO 2019

EJECUTA : LABORTEC EIRL

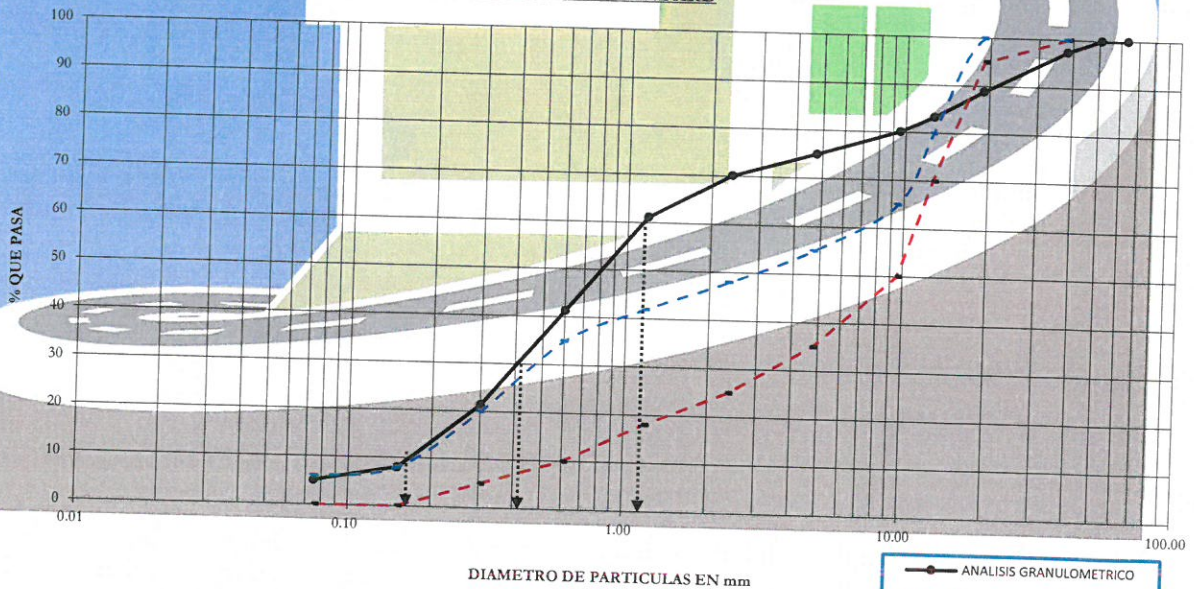
SOLICITA : BACH. ROGER, BERROSPI ALMEDIA
 BACH. JAMES GARNER, CAMPOS AVILES

FECHA : MARZO DE 2020

CANTERA : CANTERA ANDABAMBA M-2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4" / Agregado Global		Parametros del Analisis Granulometrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal: 3/4" Según NTP 400.037
2 1/2"	63.500				100.00			
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza: 3.73
1 1/2"	38.100	130.50	2.61	2.61	97.39	100	100	
3/4"	19.050	426.10	8.52	11.13	88.87	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200: 5.06
1/2"	12.700	276.40	5.53	16.66	83.34			
3/8"	9.525	159.30	3.19	19.84	80.16			% De Humedad: 2.17
4"	4.750	254.90	5.10	24.94	75.06	35	55	
8"	2.360	243.90	4.88	29.82	70.18			Clasificación por SUCS: SP - SM
16"	1.180	452.30	9.05	38.86	61.14			
30"	0.600	989.80	19.79	58.66	41.34	10	35	Arena mal graduada con limo y grava
50"	0.300	996.40	19.93	78.58	21.42			
100"	0.150	668.70	13.37	91.96	8.04	0	8	% Que pasa la N°4 75.06
200"	0.075	149.30	2.99	94.94	5.06			
< 200"	0.075	253.00	5.06	100.00				

MALLAS US. STANDARD

 Elio Augusto Saavedra C.
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 Ing. Rider Cajateón Jaramillo
 CIP N° 169667

LABORTEC



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE F'c=210 Kg/cm² - HUÁNUCO 2019

EJECUTA : LABORTEC EIRL

SOLICITA : BACH. ROGER, BERROSPI ALMEDIA
BACH. JAMES GARNER, CAMPOS AVILES

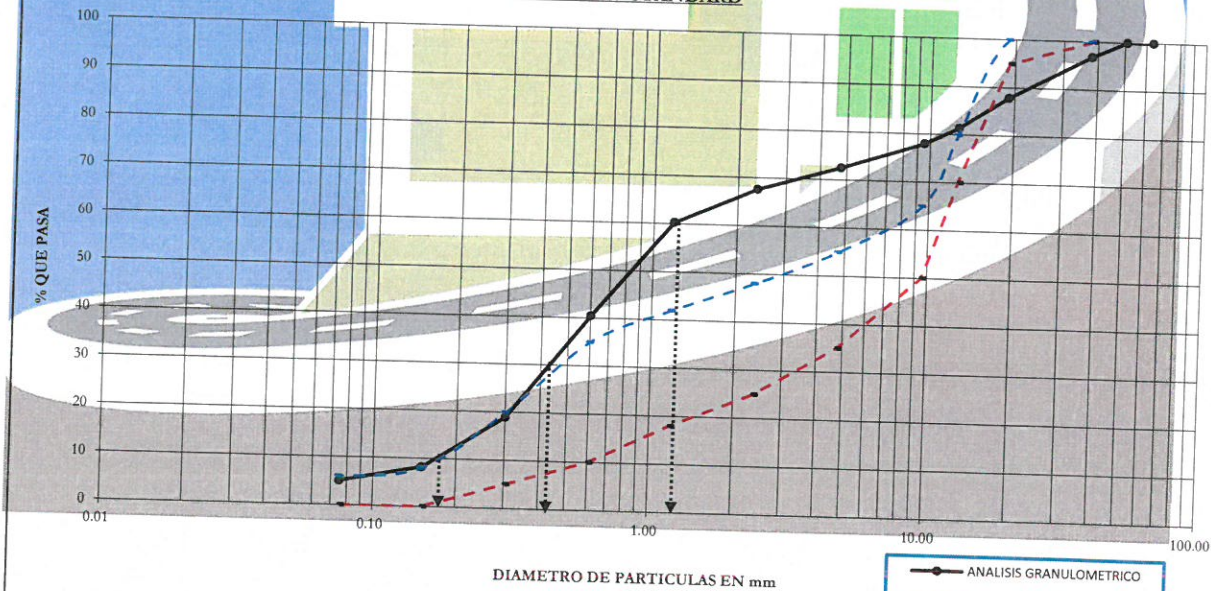
FECHA : MARZO DE 2020

CANTERA : CANTERA ANDABAMBA M-3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamiz Nº	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso 3/4" / Agregado Global		Parámetros del Análisis Granulométrico
						Inferior	Superior	
3"	76.200							Tamaño Máximo Nominal: 3/4 " Según NTP 400.037
2 1/2"	63.500				100.00			
2"	50.800		0.00	0.00	100.00			Modulo de Fineza: 3.88
1 1/2"	38.100	152.30	3.16	3.16	96.84	100	100	
3/4"	19.050	432.70	8.97	12.13	87.87	95	100	% Finos Pasa Tamiz N°200: 5.02
1/2"	12.700	311.50	6.46	18.59	81.41			
3/8"	9.525	165.30	3.43	22.02	77.98			% De Humedad: 1.20
4"	4.750	263.10	5.46	27.48	72.52	35	55	
8"	2.360	239.20	4.96	32.44	67.56			Clasificación por SUCS: SP - SM
16"	1.180	352.30	7.31	39.75	60.25			
30"	0.600	956.30	19.83	59.58	40.42	10	35	Arena mal graduada con limo y grava
50"	0.300	1034.00	21.45	81.03	18.97			
100"	0.150	517.20	10.73	91.75	8.25	0	8	% Que pasa la N°4 72.52
200"	0.075	155.60	3.23	94.98				
< 200"	0.075	242.00	5.02	100.00				

MALLAS US. STANDARD



Elio Augusto Saavedra C
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

**LABORTEC**LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTOEMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS DE LA CANTERA ANDABAMBA



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : IESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $f'c=210$ Kg/cm² - HUANUCO 2019

SOLICITA : BACH/ING. CIVIL. ROGER, BERROSPI ALMEIDA
BACH/ING. CIVIL. JAMES GARDNER, CAMPOS AVILES

CANTERA : CANTERA ANDABAMBA M-1

FECHA : MARZO DE 2020

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1 GRANO GRUESO AGREGADO GLOBAL

MUESTRA : M-1

PROF. (m) : MUESTRA ACOPIADA

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	623.3				
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	379.2				
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	244.1				
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	615.3				
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	236.1				
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.521				PROMEDIO
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.553				2.521
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.606				2.553
	% de absorción = $((A - D) / D * 100)$					2.606
						1.300

Observaciones:



Elio Augusto Saavedra C
LABORTEC



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC

 LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
 DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

 EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
 DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PARTICULAS DELEZABLES

NORMA ASTM C- 142 / MTC E 212

OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ - HUANUCO 2019
SOLICITA : BACH/ING. CIVIL. ROGER, BERROSPI ALMEIDA
 BACH/ING. CIVIL. JAMES GARDNER, CAMPOS AVILES
CANTERA : CANTERA ANDABAMBA M-1
MATERIAL : M-1
FECHA : MARZO DE 2020

Muestra 01

AGREGADO FINO SOBRE EL TAMIZ

TAMIZ	PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA DESPUES DE LA SATURACION	
N° 16	1003.12	999.42	0.37
N° 4 -3/8	1002.63	1001.77	0.09
3/8 - 3/4	1015.75	1013.58	0.21
3/4 - 1 1/2	1003.48	1002.55	0.09
MAYORES	0		
TOTAL		4017.32	0.76

RESULTADO 0.760936331


Elio Augusto Saavedra C.

TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo

CIP N° 169667



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



SALES SULFATOS SOLUBLES Y CLORUROS

NORMA ASTM D - 1883 / MTC E 119

OBRA : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ - HUÁNUCO 2019

SOLICITA : BACH/ING. CIVIL. ROGER, BERROSPI ALMEIDA
BACH/ING. CIVIL. JAMES GARDNER, CAMPOS AVILES

CANTERA : CANTERA ANDABAMBA M-1

MATERIAL : M-1

FECHA : MARZO DE 2020

Muestra 01

SALES Y SULFATOS SOLUBLES TOTALES

Control	Ensayo	Resultados
01	Sales Solubles, %	0.0014
02	Sales Solubles, %	0.0017
03	Sales Solubles, %	0.0019
04	Sales Solubles, %	0.0021
	PROMEDIO	0.0018

CLORUROS TOTALES

Control	Ensayo	Resultados
01	Sales Solubles, %	0.0000
02	Sales Solubles, %	0.0000
03	Sales Solubles, %	0.0000
04	Sales Solubles, %	0.0000



Elio Augusto Saavedra C.
LABORTEC LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667


LABORTEC

 LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
 DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

 EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
 DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CARBON Y LIGNITO

NORMA ASTM C - 123 / MTC 215

OBRA : IESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ - HUANUCO 2019
SOLICITA : BACH/ING. CIVIL. ROGER, BERROSPI ALMEIDA
 BACH/ING. CIVIL. JAMES GARDNER, CAMPOS AVILES
CANTERA : CANTERA ANDABAMBA M-1
MATERIAL : M-1
FECHA : MARZO DE 2020

Muestra 01

Agregado Global

Control	Ensayo	Resultados
01	CARBON Y LIGNITO	0.0019
02	CARBON Y LIGNITO	0.0022
03	CARBON Y LIGNITO	0.0025
04	CARBON Y LIGNITO	0.0170
		0.0059


Control	Ensayo	Resultados
01	CARBON Y LIGNITO	0.0000
02	CARBON Y LIGNITO	0.0000
03	CARBON Y LIGNITO	0.0000
04	CARBON Y LIGNITO	0.0000
		0.0000

SUMA DE RESULTADOS

0.0059



 Elio Augusto Saavedra C.
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
 CIP N° 169667



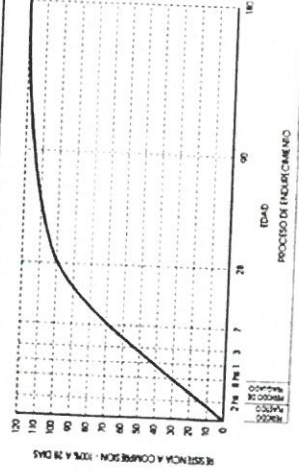
LABORTEC
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000




PROYECTO : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE F'c=210 Kg/cm² - HUANUCO
UBICACIÓN : CANTERAS DE ANDABAMBA.
FECHA : 8 DE BRIL DE 2020
SOLICITANTE : BACH. ROGER, BERROSPI ALMEDIA
 BCH. JAMES GARDNER CAMPOS AVILES

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c
ANDABAMBA	11/03/20	18/03/20	7	15.1	179.08	210	275.3	28072	156.76	74.6
ANDABAMBA	11/03/20	18/03/20	7	15.0	176.72	210	282.8	28837	163.18	77.7
ANDABAMBA	11/03/20	18/03/20	7	15.0	176.72	210	274.1	27950	158.16	75.3
ANDABAMBA	11/03/20	25/03/20	14	15.1	179.55	210	325.6	33201	184.91	88.1
ANDABAMBA	11/03/20	25/03/20	14	15.0	176.72	210	331.2	33772	191.11	91.0
ANDABAMBA	11/03/20	25/03/20	14	15.0	176.72	210	326.8	33324	188.57	89.8
ANDABAMBA	11/03/20	08/04/20	28	15.1	179.55	210	432.5	44102	245.62	117.0
ANDABAMBA	11/03/20	08/04/20	28	15.0	176.72	210	438.9	44755	253.26	120.6
ANDABAMBA	11/03/20	08/04/20	28	15.0	176.72	210	440.1	44877	253.95	120.9





LABORTEC
ING. RIDER CAJALEON JARAMILLO
CIP/N° 169667



LABORTEC
ING. AUGUSTO SAAVEDRA C.
ING. LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO

OBSERVACIONES

Calibración de los equipos de laboratorio

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 271 - 2020

Página 1 de 4

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

1. Identificación	200135
2. Solicitante	LABORTEC E.I.R.L.
3. Dirección	Jr. Tarma N° 101, Huanuco - Huanuco - HUANUCO
4. Tipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	15 000 g
Intervalo de escala (d)	0,5 g
Clase de Verificación (e)	5 g
Grado de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R31P15
Número de Serie	8335450052
Peso mínimo	10 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Fecha de Calibración	2020-09-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-09-09


ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ


Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

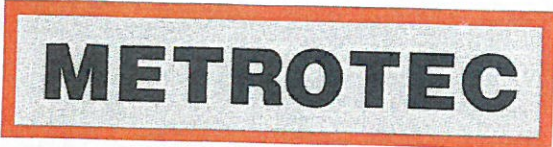
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 271 - 2020

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Medimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Las Viñas N° s/n Mz. B-04 Urb. Cayhuayna Baja - HUANUCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,7	26,7
Humedad Relativa (%)	56,1	56,1

9. Patrón de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) KROSSOMET PE19-C-0263	Pesa (exactitud M1)	PE19-C-1748
PESAS (Clase de exactitud F1) DM- INACAL LM-233-2018.		
PESAS (Clase de exactitud M1) METAL WEIGHT: M-0070-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2487-2019
PESAS (Clase de exactitud M1) METAL WEIGHT: M-0251-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2486-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.



METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Masa**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 271 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26,7 °C	26,7 °C

Medición N°	Carga L1 = 7 500,00 g			Carga L2 = 15 000,00 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00	
2	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00	
3	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00	
4	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00	
5	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00	
6	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,30	-0,05	
7	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00	
8	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00	
9	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00	
10	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00	
Diferencia Máxima			0,00	Diferencia Máxima			0,05
Error Máximo Permissible			± 10,00	Error Máximo Permissible			± 15,00

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de las cargas	Inicial	Final
	26,7 °C	26,7 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	5,00 g	5,0	0,25	0,00	5 000,00 g				
2		5,0	0,25	0,00		5 000,0	0,25	0,00	0,00
3		5,0	0,25	0,00		5 000,0	0,25	0,00	0,00
4		5,0	0,25	0,00		5 000,0	0,20	0,05	0,05
5		5,0	0,25	0,00		5 000,5	0,35	0,40	0,40
		5,0	0,25	0,00	5 000,0	0,30	-0,05	-0,05	
Error máximo permisible									± 10,00

* Valor entre 0 y 10g



METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 271 - 2020

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26,7 °C	26,7 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
5,0	5,0	0,25	0,00						
10,00	10,0	0,25	0,00	0,00	10,0	0,25	0,00	0,00	5,00
50,00	50,0	0,25	0,00	0,00	50,0	0,20	0,05	0,05	5,00
100,00	100,0	0,25	0,00	0,00	100,0	0,25	0,00	0,00	5,00
1 000,00	1 000,0	0,25	0,00	-0,01	1 000,0	0,25	0,00	-0,01	5,00
2 000,00	2 000,0	0,25	0,00	0,00	2 000,0	0,25	0,00	0,00	5,00
4 999,86	4 999,86	0,25	0,14	0,14	5 000,0	0,25	0,14	0,14	10,00
6 999,87	6 999,87	0,25	0,13	0,13	7 000,0	0,30	0,08	0,08	10,00
10 000,00	10 000,0	0,30	-0,05	-0,05	10 000,0	0,25	0,00	0,00	10,00
12 000,00	12 000,0	0,30	-0,05	-0,05	12 000,0	0,25	0,00	0,00	10,00
14 999,89	14 999,89	0,30	0,09	0,09	15 000,0	0,30	0,09	0,09	15,00

** error máximo permisible

L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E₀: Error en cero.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E_c: Error corregido.

FORMULA CORREGIDA

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 4,20 \times 10^{-6} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$U = 2 \times \sqrt{4,21 \times 10^{-2} g^2 + 7,44 \times 10^{-10} \times R^2}$$



12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 117 - 2020

Página 1 de 6

1. Expediente **200135**
2. Solicitante **LABORTEC E.I.R.L.**
3. Dirección **Jr. Tarma N° 101, Huanuco - Huanuco - HUANUCO**
4. Objeto de la Calibración **HORNO**
 Alcance Máximo **De 0 °C a 300 °C**
 Marca **A&A INSTRUMENTS**
 Modelo **STHX-1A**
 Número de Serie **131213**
 País de Origen **CHINA**
 Identificación **NO INDICA**
 Ubicación **LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración **2020-09-08**

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-09-09

Elezar Cesar Chávez Raraz
ELEAZAR CESAR CHÁVEZ RARAZ



Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LT - 117 - 2020

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Las Viñas N° s/n Mz. B-04 Urb. Cayhuayna Baja - HUANUCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,6 °C	26,6 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
El controlador se seteo en 110 °C



9. Patrón de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 104 - 2018	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0669 - 2019
Dirección de Metrología INACAL LT - 272 - 2018		

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 117 - 2020

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición

Termómetro del equipo (°C)	PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C										T _{prom} (°C)	T _{máx} -T _m
	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)											
	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
110,0	108,9	109,4	109,1	110,8	109,0	109,8	111,7	109,9	109,9	111,4	110,0	2,8
110,0	108,9	109,5	109,3	111,0	109,1	109,9	111,7	110,2	110,1	111,6	110,1	2,8
110,0	109,0	109,5	109,3	110,9	109,1	109,9	111,8	110,2	110,1	111,6	110,2	2,8
110,0	108,9	109,5	109,3	110,9	109,1	109,9	111,7	110,0	110,0	111,6	110,1	2,8
110,0	109,0	109,4	109,3	110,8	109,1	109,9	111,7	110,0	110,0	111,7	110,1	2,7
110,0	109,0	109,5	109,2	110,8	109,0	109,8	111,8	110,0	110,0	111,5	110,1	2,9
110,0	108,9	109,4	109,2	110,9	109,1	109,8	111,5	110,1	110,0	111,6	110,1	2,7
110,0	108,9	109,4	109,2	110,8	109,1	109,9	111,6	110,0	109,9	111,4	110,0	2,7
110,0	108,9	109,4	109,2	110,8	109,0	109,8	111,7	110,0	110,0	111,5	110,0	2,8
110,0	108,9	109,4	109,1	110,8	109,0	109,8	111,7	109,9	109,9	111,4	110,0	2,8
110,0	108,9	109,5	109,3	111,0	109,1	109,9	111,7	110,2	110,1	111,6	110,1	2,8
110,0	109,0	109,5	109,3	111,0	109,1	109,9	111,8	110,2	110,1	111,6	110,1	2,8
110,0	108,9	109,5	109,3	110,9	109,1	109,9	111,7	110,0	110,0	111,6	110,1	2,8
110,0	109,0	109,5	109,3	110,8	109,1	109,9	111,7	110,0	110,0	111,6	110,1	2,8
110,0	109,0	109,4	109,2	110,8	109,0	109,8	111,8	110,1	110,0	111,7	110,1	2,7
110,0	108,9	109,4	109,2	110,9	109,1	109,8	111,6	110,1	110,0	111,6	110,1	2,9
110,0	108,9	109,4	109,2	110,8	109,1	109,9	111,6	110,0	109,9	111,4	110,0	2,7
110,0	108,9	109,4	109,2	110,8	109,0	109,8	111,7	110,0	110,0	111,5	110,0	2,8
110,0	108,9	109,5	109,3	111,0	109,1	109,9	111,7	110,2	110,1	111,6	110,1	2,8
110,0	109,0	109,5	109,3	111,0	109,1	109,9	111,8	110,2	110,1	111,6	110,1	2,8
110,0	108,9	109,5	109,3	110,9	109,1	109,9	111,7	110,0	110,0	111,6	110,1	2,8
110,0	109,0	109,5	109,3	110,8	109,1	109,9	111,7	110,0	110,0	111,6	110,1	2,8
110,0	108,9	109,4	109,2	110,8	109,0	109,8	111,6	110,2	110,0	111,6	110,1	2,8
110,0	109,0	109,5	109,3	110,9	109,1	109,9	111,7	110,2	110,1	111,6	110,1	2,7
110,0	108,9	109,4	109,2	110,8	109,0	109,8	111,6	110,2	110,0	111,6	110,1	2,8
110,0	109,0	109,5	109,3	110,9	109,1	109,9	111,7	110,2	110,1	111,6	110,1	2,7
110,0	108,9	109,5	109,3	110,9	109,1	109,9	111,7	110,0	110,0	111,5	110,1	2,8
110,0	109,0	109,4	109,3	110,8	109,1	109,9	111,7	110,0	110,0	111,7	110,1	2,7
110,0	109,0	109,5	109,2	110,8	109,0	109,8	111,8	110,0	110,0	111,5	110,1	2,9
110,0	108,9	109,5	109,2	110,9	109,0	109,8	111,7	110,0	110,0	111,7	110,1	2,8
110,0	108,9	109,4	109,1	110,8	109,1	109,9	111,7	110,1	110,1	111,7	110,1	2,8
110,0	109,0	109,4	109,3	110,9	109,0	109,9	111,8	110,1	110,1	111,6	110,1	2,8
110,0	108,9	109,5	109,3	110,9	109,0	109,8	111,8	110,1	110,1	111,5	110,1	2,9
PRON	110,0	109,0	109,5	109,2	110,9	109,0	109,9	111,7	110,1	110,0	111,6	110,1
T.MAX	110,0	109,0	109,5	109,3	111,0	109,1	109,9	111,8	110,2	110,1	111,7	
T.MIN	110,0	108,9	109,4	109,1	110,8	109,0	109,8	111,5	109,9	109,9	111,4	
DTT	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	



METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 117 - 2020

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,8	0,24
Mínima Temperatura Medida	108,9	0,24
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,3	0,22
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,8	0,22
Estabilidad Medida (±)	0,15	0,04
Uniformidad Medida	2,9	0,22

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
 T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
 MAX : Temperatura máxima.
 MIN : Temperatura mínima.
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

La "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

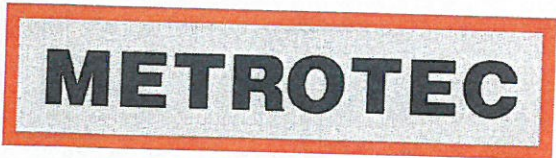
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

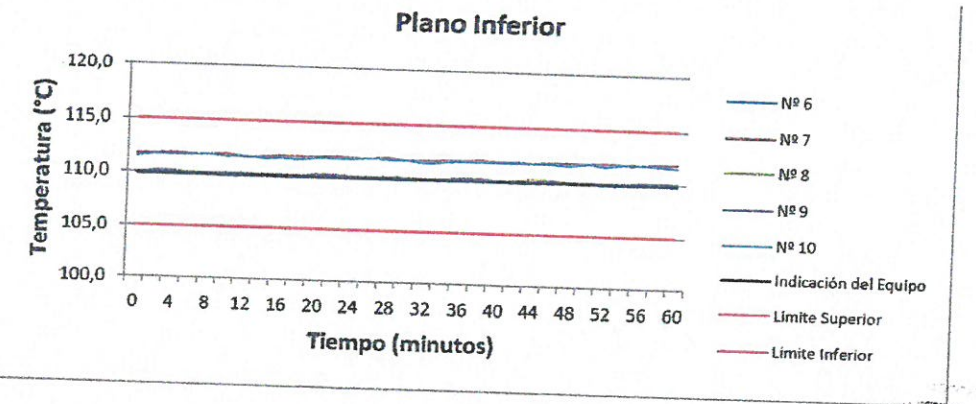
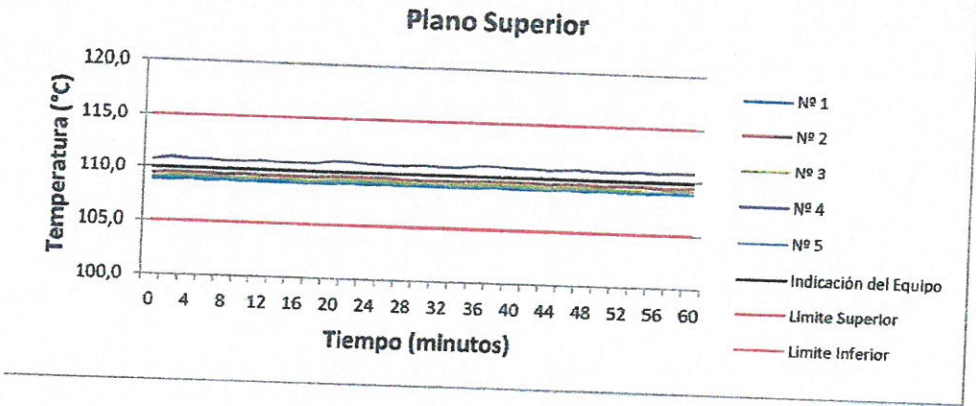
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 117 - 2020

Página 5 de 6

"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGRGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2 - HUANUCO 2019"

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



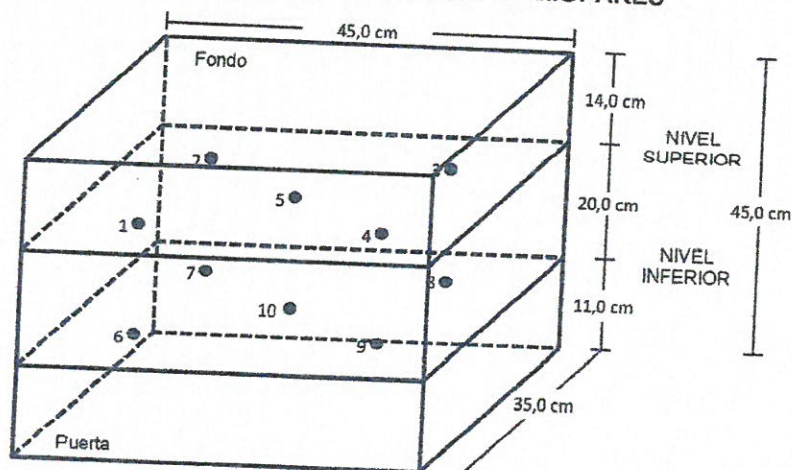
METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 117 - 2020

Página 6 de 6

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

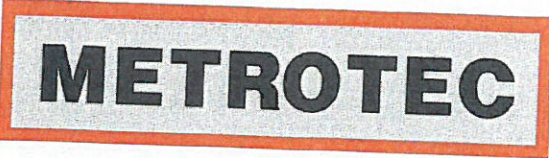
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 5 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS AGRGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y VANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO DE F' C=210 MPa/cm² - HUANUCO 2019"



METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 142 - 2020

Página 1 de 3

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

1. Expediente	200135
2. Solicitante	LABORTEC E.I.R.L.
3. Dirección	Jr. Tarma N° 101, Huanuco - Huanuco - HUANUCO
4. Tipo de Equipo	PRESA DE CONCRETO
Capacidad	2000 kN
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STYE-2000
Número de Serie	130204
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	MC
Modelo	LM-02
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)
5. Fecha de Calibración	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO 2020-09-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2020-09-09

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ



Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LF - 142 - 2020

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Las Viñas N° s/n Mz. B-04 Urb. Cayhuayna Baja - HUANUCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,7 °C	26,7 °C
Humedad Relativa	63 % HR	63 % HR



9. Instrumentos de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
patrones calibradas en OTTINGER BALDWIN SSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-012-20A

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LF - 142 - 2020

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	Patrón de Referencia				
%	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	F_4 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	100,2	100,3	100,2	100,2
20	200,0	200,4	200,3	200,2	200,3
30	300,0	300,3	300,1	300,2	300,2
40	400,0	400,2	400,1	400,1	400,1
50	500,0	499,9	499,8	499,9	499,8
60	600,0	599,8	599,8	599,8	599,8
70	700,0	700,0	700,0	700,2	700,1
80	800,0	800,1	800,3	800,4	800,3
90	900,0	900,2	900,2	900,4	900,3
100	1000,0	1000,5	1000,4	1000,5	1000,4
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	-0,22	0,10	---	0,01	0,21
200,0	-0,16	0,10	---	0,01	0,21
300,0	-0,05	0,07	---	0,00	0,21
400,0	-0,04	0,02	---	0,00	0,21
500,0	0,03	0,02	---	0,00	0,21
600,0	0,03	0,02	---	0,00	0,21
700,0	-0,01	0,03	---	0,00	0,21
800,0	-0,04	0,04	---	0,00	0,21
900,0	-0,03	0,02	---	0,00	0,21
1000,0	-0,04	0,01	---	0,00	0,21

 MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)

0,00 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL DE TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los veintidós días del mes de julio de 2021, siendo las 16:00 pm, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N° 124-2021-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis), y la Resolución Virtual N° 341-2021-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 15 de julio de 2021 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual, en virtud de la Resolución de Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL (Aprobando la Directiva de Asesoría y Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación virtual de tesis titulada **"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLAS PARA UN CONCRETO DE F'c = 210 kg/cm² - HUÁNUCO 2019"** para optar el Título de Ingeniero Civil de los Bachilleres **Roger BERROSPI ALMEIDA** y **James Gardner CAMPOS AVILÉS** de la carrera profesional de Ingeniería Civil, a través de la plataforma virtual del Cisco Webex Meetings.

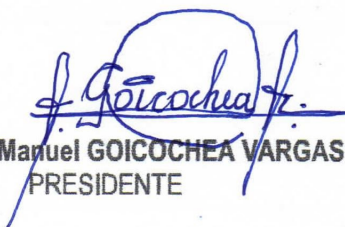
Finalizado el acto de sustentación virtual de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

APellidos y Nombres	Dictamen	Nota	Calificativo
BERROSPI ALMEIDA Roger	APROBADO	14	BUENO
CAMPOS AVILÉS James Gardner	APROBADO	14	BUENO

Dándose por finalizado dicho acto a las: 18:00 horas del mismo día 22 de julio de 2021 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

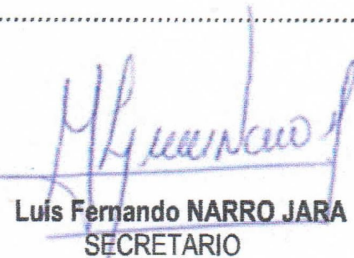
OBSERVACIONES:


.....


Víctor Manuel GOICOCHEA VARGAS
 PRESIDENTE



Romel CÓRDOVA SHEDAN
 VOCAL


Luis Fernando NARRO JARA
 SECRETARIO

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES		
VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN	RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
	OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL			2 de 2

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE PREGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: Campos Avilés James Gardner
 DNI: 40783509 Correo electrónico: jc_fic26@hotmail.com
 Teléfonos: Casa: Celular: 962515636 Oficina:

Apellidos y Nombres: Berrospi Almeida Roger
 DNI: 41556231 Correo electrónico: zelote2012@gmail.com
 Teléfonos: Casa: Celular: 995680105 Oficina:

2. IDENTIFICAR DE LA TESIS


Pregrado	
Facultad de :	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
E. P. :	INGENIERIA CIVIL

Título profesional obtenido:

INGENIERO CIVIL

Título de la tesis:

"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS
CANTERAS DE CHULLQUI Y ANDABAMBA, CON FINES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UN
CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2 - HUANUCO 2019"

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES		
VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN	RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
	OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL			2 de 2

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo.

Al elegir la opción "público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas paginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- () 1 año
 () 2 años
 () 3 años
 () 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasara a ser de acceso público.

Fecha de firma:

03/08/2021

Firma del autor y/o autores:

